

المريخ الكوكب الأحمر..  
لماذا الآن؟

بلوك تشين:  
تقنية تغير مستقبل العالم

هل الحضارة الغربية  
أبلة للسقوط؟



## الطاقة النووية

### ضرورة إستراتيجية وتحدي تقني

# أجرها الجنة



## كفالة مدى الحياة

طفلة اليتيم أجرها مراقدة لبيتنا الكريم بالجنة. وتتاح هي "إنسان" فرص طفلة اليتيم بصور متميزة ومن تعد المساهمة بـ (5000) ريال القدر ريال التوحد في "مركز أوقات إنسان" كمنصة جارية، ومن خلال أرباح هذا المبلغ السنوية يتم كفالة يتيم واحد لمدة عام بقيمة (2000) ريال فقط. ويعد مبلغ اليتيم سن الرشد يتم اختيار يتيم آخر لتصبح طفلة الكافل مدى الحياة.



الجمعية الخيرية لرعاية الأيتام  
CHARITY COMMITTEE FOR ORPHANS CARE

التمويل أو الاستفسار يرجى  
الاتصال على الرقم الموضح

بيت الأيتام: ١-٤٦٩-٢٠١١١٩٣  
بيت هادي: ١٧٢-٩٩٩٩٠٠٢٠٠  
بيت الكافل: ٥-١١١١٠٠٠-٩٩٩٣٣٣

مجموعة ساهبا المالوف: ٩٩٠٧٠٠-١٧٥٨  
البيت السعودي الفرنسي: ١٦٦-٠٠٠-٣٧٩٦١  
البيت السعودي السعودي: ٢-٠٠٠-٣٣١٧٨١

مصرف الراجحي: ١٩٠٠٠٠٠-٨٠١٠٠٠-١٦٦٦  
البيت الأهلي التجاري: ٢٠٠٠٠٠٠-٢٣٣٦٩  
البيت العربي الوطني: ٠٠٠٠٠٠-٨١١٧٤-٠٠٠٠

تعد الأجر بالجنة بمثابة روح الإنسان صورة متحركة على الشاشة

www.ensan.org.sa



# الفيصل العلمية

مجله علمية متخصصة في المجال الطبي والبيئي

لنن الأسبقية

التاريخ الرسمي

المؤلفون هم المؤلفون



إمبراطور الس

2017

مجله علمية متخصصة في المجال الطبي والبيئي

## تكريم «الفيصل العلمية» الراعي الإعلامي للحملة الخليجية للتوعية بسرطان

كشّرت الحملة الخليجية للتوعية بسرطان مجلة (الفيصل العلمية) بوصفها الراعي الإعلامي للحملة التي نُظّمت خلال المدة 4-10 جُمادى الأولى 1438هـ، 1-7 فبراير 2017م تحت شعار (40% وقاية و40% شفء) برعاية صاحب السمو الملكي الأمير فيصل بن بدر بن عبدالعزيز أمير منطقة الرياض.

وجاء تكريم (الفيصل العلمية) بجرع تكافؤية فقدمها الدكتور علي بن سعيد الزهراني، المدير التنفيذي للمركز الخليجي لمكافحة السرطان، والدكتور صالح بن محمد العثمان رئيس اللجنة التنفيذية للحملة، بتمنية لاجور المجدة التوعوي والتثقيفي، وجهودهما في نشر الثقافة العلمية، وتعاملهما مع الحملة بإعداد ملف شامل عن الحملة بعنوان: (إمبراطور الأمراض - سرطان: تحديات المرض وأمل العلاج).

## الطاقة النووية

ورؤية 2030

أول مرة في تاريخ المملكة العربية السعودية، تصبح الطاقة النووية بنداً إستراتيجياً مهماً لها خطة مبنية على فهم ورؤية مستقبلية واضحة قابلة للتطبيق. فوفقاً لرؤية (2030)، فإن المملكة تطمح إلى إنتاج ما يعادل 45.3 جيغاوات من الطاقة المتجددة في عام 2020م، يرتفع إلى 9.5 جيغاوات في عام 2023م، وذلك حسب ما صرح به وزير الطاقة المهندس خالد الفالح.

كانت الطاقة النووية موجودة دائماً على خريطة السياسة السعودية، ولكنها تجاذبتها عناصر كثيرة. كانت تقدم رجلاً وتؤخر أخرى. كان يبدو أن هناك من هو متحمس لها ومدرک لأهميتها وجودها، وآخرون يعتقدون أننا لسنا مهتمين لها، ومتخوفون منها.

لذلك كانت هناك خطط لتطبيق التقنية النووية في المملكة، ولكن كانت هناك أيضاً حواجز وموانع، بل معوقات لاستمرارها. وأنا في الأسطر الآتية أحدثت عن تجربة شخصية عايشتها بعكم تخصصي. ففي عام 1975م، أنشئت كلية الهندسة بجامعة الملك عبد العزيز بجدة، وكان أحد الأقسام التي أنشئت آنذاك «قسم العلوم التطبيقية»، وكان ضمّاً مفايراً ومختلفاً لما هو موجود، مثل قسم الهندسة المعمارية- الأكثر جاذبية للطلبة بعد كلية الطب آنذاك- وقسم الهندسة الكهربائية، وقسم الهندسة الكيميائية، وقسم الهندسة الصناعية وغيرها.

كان عدداً في تلك الكلية لا يتجاوز عشرة طلاب. ولكن وبعد مضي فصل واحد- طبعاً بعد السنة التمهيدية العامة- صدرت أوامر بتغيير مسمى القسم إلى «قسم الهندسة النووية»، مما أغضب بعض الطلبة، فانسحبوا من القسم، وذهبوا إلى «قسم الهندسة الصناعية»، وكان أحدهم وأبرزهم المهندس والوزير السابق عادل فقيه.

كانت وزارة البترول والثروة المعدنية آنذاك قد تعاقدت مع شركة فرنسية في مجال الطاقة النووية بوصفها شركة استشارية من ضمن مهامها؛ دراسة طوبوغرافية المملكة، واختيار أفضل المواقع لإنشاء محطة نووية في المملكة.

وأذكر أن هذه الشركة دعمت رحلة صيفية لطلبة قسم «الهندسة النووية»، وبعض الطلبة من أقسام أخرى في الكلية لزيارة فرنسا مدة أسبوع. إذ نظمت رحلات علمية إلى بعض المحطات النووية في عدة مدن فرنسية والتي كانت تشرف عليها، كان ذلك نحو 1977م. غير أن حادث «ثرى مايلز أيلاند» Three Miles Island الذي وقع في مارس عام 1979م في ولاية بنسلفانيا في أمريكا، وعلى الرغم من أنه لم ينتج منه ضرر كبير على البيئة المحيطة به، إلا أنه أثار بشكل سلبي في برنامج الطاقة النووية في المملكة، فلم يعد يذكر أبداً، وتخرج الطلبة في الكلية، ولم يجدوا غير المستشفيات ليعملوا بها.

انتهى المشروع مرة أخرى في عام 1983م، إذ اهتمت مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية بمشروع الطاقة النووية في المملكة، وبدأت بخطوات جادة في تهيئة التربة اللازمة لذلك، فدعمت برنامجاً

للماجستير في الهندسة النووية في جامعة الملك سعود في الرياض - مع أن جامعة الملك سعود لم يكن لديها برنامج للهندسة النووية في البكالوريوس - لتدريس وتهيئة الكوادر السعودية لبرنامج الطاقة النووية، وجرى التعاقد مع جامعة في الصين الوطنية للاستمانة بمعاملها وكوادرها إلى حين الانتهاء من تركيب المعامل الخاصة في جامعة الملك سعود، غير أن الكارثة النووية الثانية والأشد خطورة وقعت في أوكرانيا في 29 إبريل عام 1986م، كارثة انفجار مفاعل تشيرنوبيل، إذ وقع انفجار هائل تسبب في انفجار الغطاء العلوي للمفاعل، وقذفت المواد المشعة من داخل المفاعل حتى ارتفع 1200 متر، وتواصلت الانبعاثات حتى الخامس من مايو، وانتشرت في الجو قرابة 12 مليار بيكريل - وحدة قياس الإشعاع - خلال عشرة أيام.

وأثرت تلك الكارثة في برنامج مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية، وأبطأت المشروع، وأغلق برنامج الماجستير، وتأثرت بعض المعامل، وتوقفت مشروعات أخرى مرتبطة به.

وحصل مثل ذلك عند حدوث كارثة فوكوشيما اليابانية. أي أن هناك تيارات ترى أهمية الصناعات النووية، وتيارات ترى أننا لسنا مستعدين لها بعد.

وجاءت رؤية (2030) لتضع إستراتيجية واضحة للتطبيقات النووية السلمية، وإنتاج الطاقة الكهربائية من مصادر أخرى غير البترول، وأحد تلك المصادر الطاقة النووية.

فقد وافق مجلس الوزراء في 13 مارس 2018م، على إنشاء المشروع الوطني للطاقة الذرية، الذي يهدف إلى دخول المملكة العربية السعودية المجال النووي السلمي، إذ توفر الطاقة النووية للمملكة فرصة تطوير مصدر آمن وفاعل وموثوق به، وصادق للبيئة، ويساهم أيضاً في إستراتيجية تنويع مصادر الطاقة في

الدولة، مما يضمن تحقيق مستقبل آمن ومستديم للطاقة.

كما صدر الأمر السامي بإنشاء «المركز الوطني للرقابة النووية والإشعاع»، الذي يشرف على جميع الأنشطة ذات العلاقة بالإشعاع والمواد المشعة في المملكة العربية السعودية.

وبهذا تكون المملكة العربية السعودية قد وضعت اللبنة الأولى لإنشاء صناعة الطاقة النووية في المملكة للأغراض السلمية، علماً بأن صناعة الطاقة النووية لن تؤثر فقط في إستراتيجية الطاقة وحدها، بل إنها سوف توجد وتساهم في رفع مستوى التقنيات المستخدمة في شتى مجالات الصناعة، إضافة إلى رفع مستوى

تقنيات المراقبة والقياس الإشعاعي في المملكة، كما سوف تساهم في رفع مستوى صناعة البناء وأنظمة البناء في المملكة، وغير ذلك، مثل: الجوانب القانونية والأخلاقية والبيئية، فهي منظومة كاملة يجب النظر إليها بصفتها مشروعاً وطنياً وطنياً متكاملاً للرفع من المستوى التقني والعلمي والإستراتيجي والأمني للمملكة.

مشروع الطاقة النووية السلمي مهم وطنياً وإستراتيجياً وأمنياً وتقنياً لمصلحة مستقبل المملكة العربية السعودية، وليس ترهناً.

ترجوا أن يساهم هذا الملف في إلقاء الضوء على أهمية هذه الصناعة، وعلى ضرورة دعم رؤية (2030) إعلامياً.





www.alfaisal-scientific.com



contact@alfaisal-scientific.com



@alfaisalscimag



alfaisalscientific

# المجلة الفَيْصَل

مجلة فصلية تهتم بنشر الثقافة العلمية في الوطن العربي

العدد 59 | شوال - ذو الحجة 1439 هـ / يوليو - سبتمبر 2018 م

مركز الملك فيصل للبحوث والدراسات الإسلامية  
King Fahd Center for Research and Islamic Studies



مركز الملك فيصل للبحوث والدراسات الإسلامية  
KACST

الناشران

## رئيس التحرير

د. عبد الله نعمان الحاج

## مدير التحرير

د. حسين حسن حسين

## سكرتير التحرير

حمدان العجمي

## الإخراج الفني

أزهري أحمد النويري

## الموقع الإلكتروني

معتز عبد الماجد بابكر

## رئيس الهيئة الاستشارية

د. دحام بن إسماعيل العاني

## الهيئة الاستشارية

د. صدام مثني

د. عبد الكريم المقادمة

د. محمد بن إبراهيم الكنهل

د. يوسف بن محمد اليوسف

## مراسلات التحرير والإدارة

ص.ب (51049) الرياض 11543

مركز الملك فيصل للبحوث والدراسات الإسلامية

مجلة الفَيْصَل العلمية

المملكة العربية السعودية

هاتف: +966 (11) 4652255 - تحويلة 6496

فاكس: +966 (11) 4607890

جوال: +966 (55) 54972092

## التسويق والإعلانات

هاتف: +966 (11) 4652255

فاكس: +966 (11) 4659992

## إدعم

8561-8821

## رقم الإيداع

مكتبة الملك فهد الوطنية 1424/2315

## ضوابط النشر

- أن يكون المقال مكتوباً بلغة علمية مسندة لمضمونها غير المتخصص.
- ألا يزيد المقال الواحد على 2000 كلمة مقاس 44.
- أن يلتزم الكاتب بالمتن العلمي، ويشير إلى المصادر والمراجع العلمية الورقية والإلكترونية.
- ترحب المجلة بالمقالات المترجمة في الموضوعات العلمية الحديثة، بشرط أن يذكر المصدر وتاريخ النشر.
- ترحب المجلة بالأراء التي تخص القضايا العلمية، بشرط أن تأتي على 600 كلمة.
- يفضل إرسال المقالات عبر إيميل المجلة أو إرسال المقال على قرص صلب إن أمكن.
- يمنح كاتب المقال مكافأة مالية بعد نشر المقال.
- المقالات المنشورة في المجلة تغير عن وجهة نظر أصحابها، ولا يعنى نشرها تبني المجلة ما احتوت عليه من أفكار وأراء.



64	الانعكاسات البيئية للطاقة النووية
72	مقطف من كتاب ألكسي يابلوكوف: الطاقة الذرية بين مؤيد ومعارض
80	التطبيقات المتنوعة للطاقة النووية النظيفة
90	خصوصيات اللغة العلمية العربية وضرورات ترميمها المستدامة
102	هل الحضارة الغربية آيلة للسقوط؟
109	عدسة علمية
112	المريخ الكوكب الأحمر.. لماذا الآن؟
122	«بلوك تشين».. الاتفاقية وراء عملة «بيت كوين» ستغير مستقبل العالم
134	أحدث الموجات اكتشافاً.. الموجات الثقالية
142	قياس التقدم التقني للحضارة البشرية
148	مشكاة التراث
150	تلويحة للآتي

## ملف العدد

أول مرة في تاريخ المملكة العربية السعودية، تصبح الطاقة النووية بلداً إستراتيجياً مهماً لها خطة مبنية على فهم ورؤية مستقبلية واضحة قابلة للتطبيق، وذلك وفقاً لرؤية (2030).

وتتسم التحديات النووية بالساع إطارها وبطائها، فهي قد تكون بتعبيد مفاعلات القوى النووية لإنتاج الكهرباء، وخطورة وفك الأسلحة النووية، ولكنها قد تكون أيضاً ببساطة جهاز كشف الدخان في أنظمة الإنذار عن الحريق. في ملف العدد نفث على مزايا الطاقة النووية وأهميتها للبشرية، إلى جانب ما لمتله من مهددات قد تؤدي إلى فئائها.

22

التطبيقات السلمية للطاقة النووية وأثرها في جوانب التنمية المستدامة



40

مستقبل الطاقة النووية النظيفة في المملكة العربية السعودية



48

الطاقة النووية: الاستخدامات والمميزات والإيجابيات والسلبات



58

استخدامات الطاقة النووية... أين العرب منها؟



# لماذا لن يُصلح التقشف الرقمي من شأن فيسبوك؟

في أعقاب فضيحة تسريب بيانات فيسبوك، يادر بعض المستخدمين بحذف حساباتهم من على الموقع. وتبدو ردة الفعل هذه تلقائية ومنطقية، لكنها أيضاً إعلان عن الاستسلام؛ لأن الفرد ليس بوسعها معارضة نفوذ شركات الإنترنت، فهذه مهمة النشاة.

ولا يمكن أن يكون التقشف الرقمي هو الحل، وذلك لأن كثيراً من المنصات الأخرى على شبكة الإنترنت تجمع البيانات، وأي شخص يود أن يكون متطعياً في أفعاله عليه مقاومة برنامجي «واتس أب» و«إنستغرام» أيضاً اللذين ينتميان إلى شركة «فيسبوك». والأفضل لك أن تدفن هاتفك الذكي أيضاً لأن ثنائي التطبيقات كلها تشارك بيانات المستخدم الخاصة مع الغير.

إن تبعات فضيحة تسريب البيانات التي اكتشفت شركة «فيسبوك» يجب أن تتجاوز مجرد المقاطعة الشخصية. ويجب أن تنعكس على كيفية تعامل السياسات مع شركات الإنترنت، فالتأسة وحدهم هم القادرون على وضع قوانين لضمان حماية أفضل للبيانات. والمستخدمون البارزون لهذه المنصات في موقف أفضل يسمح لهم بالمطالبة بهذا

الحماية بالمقارنة بالمتشفيين رقمياً. وبدلاً من حذف حسابك، من المنطقي بقدر أكبر أن تبقي عليه وتنقد القائمين عليه.

إن موقع فيسبوك لا يجعل حياة البشر أفضل أو أجمل، لكنه إحدى الطرائق الكثيرة التي تتيح لنا الوصول إلى العالم. فهو يعرض عليك بعض الأخبار الشائكة، وهو أيضاً دفتر عناوين عملي لأنه يحوي مخزوناً من المعارف من مختلف مراحل حياتنا، بين الحين والآخر، تتصفح دفتر عناوينك وتتواصل مع شخص ما، وغالباً، لا يتجاوز الأمر القليل من العبارات المبتذلة، لكن أحياناً ما يدور حوار بينك وبينه. وبالطبع، هناك الكثير من الأشياء عديمة الصلة على فيسبوك، كما في حياتنا الموازية. وحقبة الأمر أنك ربما تصادف تعليقات من مستخدمين ذوي آراء سياسية

مختلفة كل الاختلاف على فيسبوك هي في الواقع سبب يدعوك إلى التمسك به، حتى لو كانت المعارضة واضحة جداً. وأخيراً، فمن الممكن أن تكون الحياة الرقمية وسيلة للتخلي عن فقااعة ترشيح المعلومات التي تتسم بها دائرة أصدقائنا الموازية. عندما تهجر موقع فيسبوك، فإنك بذلك تعزل نفسك عن جزء من واقع القرن الحادي والعشرين. فهذا الموقع يساهمة ومفيد الصلة بالواقع على نحو يصعب معه تجاهله. والنقصية الأخيرة التي حامت حوله تدل على نحو قاضح على الوضع الراهن: حقيقة أن شركة كمبريدج أناليتيكا Cambridge Analytica بوسعها التأثير في نتائج الانتخابات بمساعدة شركة فيسبوك تقدم لنا مادة ملموسة للتجربة الاجتماعية الأكبر في عالمنا



يتموقع فيسبوك. وحينما ظهر هذا الرمز، يعني ذلك أن موقع فيسبوك مدّخيو شبكاه.

لا يمكنك التملص من موقع فيسبوك. فالشركة من الممتد أن تعباً بما إذا كان لديك حساب أم لا على موقعها، فهي تُمثّل حسابات ظل لكل من ليس له حساب لديها. وإذا ما قاطع المعلنون الشبكة بأعداد كبيرة، وفي حال قُتِلَت الساسة الشركة على نحو أفضل استخدام للموقع وأعرب المستخدمون البارزون عن إرادتهم السياسية في هذا الاتجاه، فإن شركة «فيسبوك» ستعير من نموذج عملها لا أكثر.

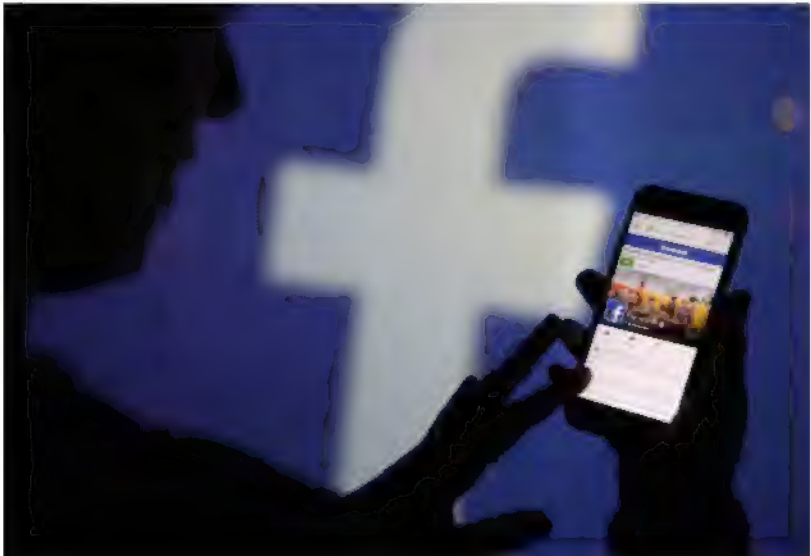
تصفحك على شبكة الإنترنت. وتطبيق هذه القاعدة على شبكة الإنترنت وكذلك على العالم الموازي.

وأي إنسان يتمنى التملص من موقع فيسبوك يبضع تقرات بجانبه الصواب على أي حال. فاليكبيانات المحذوفة تظل على الخوادم، كل ما في الأمر أنه لا يُتاح لك أن تراها بعد. وتظل معلوماتك قيد الاستخدام والتقييم. ولا يجمع موقع فيسبوك بيانات من مستخدميه فحسب، بل من أصدقائهم والأشخاص الذين يتصفحون مواقع الويب التي تحوي تطبيقات فيسبوك مُنبتة عليها وتستخدم رمز الإعجاب الخاص

المعاصر. وأي شخص يود أن يكون له رأي في النقاش الدائر حول هذه التجربة ينبغي أن يعلم آلية عمل موقع فيسبوك.

«الأهم من كل شيء، لا تستسلم للفرصة في اطلاع العالم دائماً وأبداً على كل أفعالك. وبتعبير آخر، اكبح جماح ترجميتك».

ومن ثم، فردة الفعل المنطقية هي التفكير في الأمر وهبة علاقتك بالموقع بناءً على ذلك. لا تستخدم اسمك الحقيقي. واحرص على استخدام عنوان بريد إلكتروني منفصل، واحظر ملفات تعريف الارتباط التي تقتضي أثر سلوك

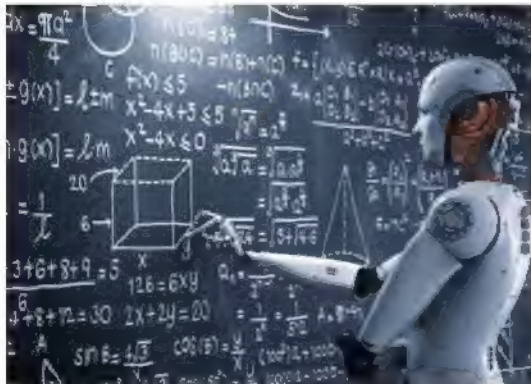


# «البنتاجون» تتوسع في مشروع الذكاء الاصطناعي وتثير اعتراضات «جوجل»

يحاول مدير وشركة «جوجل»، ومقرها مدينة ماونتن فيو في كاليفورنيا، تهدئة آلاف العاملين الغاضبين بسبب تنفيذ الشركة لعقد ضمن مبادرة «البنتاجون» الرائدة الخاصة بالذكاء الاصطناعي والمعرفة بمشروع «مايفن». وعلى بعد آلاف الأميال، تساعد الخوارزميات التي طُورت ضمن برنامج «مايفن» أفراد القوات المسلحة على التعرف على الأهداف المحتملة لتتليهم «داعش» داخل المقاطع المصورة التي تنتقلها الطائرات من دون طيار.

ومن المرجح أن يزداد الجدل الدائر حول تعاون شركات وادي السيليكون مع وزارة الدفاع الأمريكية. وذلك مع توسع مشروع «مايفن» في الأشهر القادمة ليشتمل على نواح أخرى ومنها تطوير أدوات للقيام بفحوصات أكثر كفاءة للأقراص الصلبة التي يتم الاستيلاء عليها. وقد تضاعف تمويل المشروع إلى الضعف تقريباً خلال العام الحالي، ليصل إلى 131 مليون دولار أمريكي. وتخطط وزارة الدفاع الأمريكية في الوقت الحالي لاستحداث مركز الذكاء الاصطناعي المشترك ليخدم القوات المسلحة ووكالات الاستخبارات والذي من المرجح أن يتم تأسيسه استناداً إلى مشروع «مايفن». يقول بوب وورك، الذي قام بإنشاء البرنامج في إبريل 2017 في أثناء عمله نائباً لوزير الدفاع الأمريكي قبل تقاعده في وقت

لاحق من العام ذاته: «لقد تخطى المشروع كل توقعاتي». وليست هناك معلومات عن الدور المحدد الذي تقوم به «جوجل» في المشروع، إذ رفضت كل من «جوجل» ووزارة الدفاع الأمريكية الإفصاح عن طبيعته. وقال مصدران مطلعان على المشروع إن شركة أخرى قامت بتطوير الأنظمة التي تم استخدامها في المهام الخارجية التي تقوم بها الطائرات من دون طيار. وكان مشروع «مايفن» يُعرف فيما سبق بفريق الحرب الخوارزمية متعددة المهام. يُصور شعار الفريق الذي قدمه أخيراً رئيس المشروع المقدم جاك شاتن، ثلاثة من الروبوتات الضاحكة وفوقها شعار باللغة اللاتينية يقول «مهمتنا أن نساعد».





( الصورة: وزارة الدفاع الأمريكية )

تم إنشاء المشروع لتوضيح إمكانية إدخال «الينتاجون» تغييرات كبيرة على العمليات العسكرية من خلال استغلال تقنيات الذكاء الاصطناعي والتي طُوّرت من قبل القطاع الخاص. وأعرب وزير الدفاع الأمريكي، جيمس ماتيس، خلال زيارة له في الصيف الماضي لوائي السليكون عن حزنه لتأخر ووراثته في قدراتها عن شركات التقنية التي قام بزيارتها من قبل «جوجل» و«أمازون».

يقول وورك إنه قد وقع الاختيار على معالجة المقاطع المصورة التي تنتقلها الطائرات من دون طيار لتكون المهمة الأولى لمشروع «مايفن» نتيجة لعدم قدرة أدوات التحليل التي تمتلكها وزارة الدفاع الأمريكية على مواكبة طوفان الصور الجوية عالية الجودة التي تفرق القواعد الأمريكية. تتمثل الخطة في استخدام أساليب التعلم الآلي التي تستعملها شركات الإنترنت لتمييز القطط والسيارات، وذلك لتعديد الأهداف ذات الطبيعة العسكرية من قبيل الأفراد والمركبات والمباني. وكان الهدف المبدئي يتمثل في الحصول على نظام يساعد المحللين في الميدان بحلول ديسمبر 2017. وقد تحقق هذا الهدف بشكل جيد. إذ ذكرت وزارة الدفاع الأمريكية

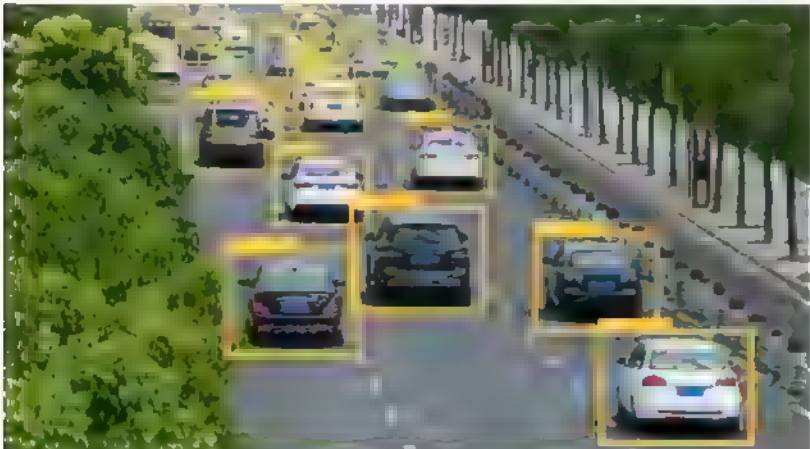
في شهر ديسمبر أن الخوارزميات التي حصلت عليها من متقاعدين لم تعد أسماءهم كانت تساعد العاملين في القواعد التي تحارب «داعش». وقال المقدم جاري غلويد في أحد المؤتمرات في واشنطن، والذي عقد في مايو الجاري، إن قيادات القوات المسلحة الأمريكية في الشرق الأوسط وإفريقيا تقوم باستخدام التقنيات التي طُوّرت في مشروع «مايفن». كما تم التوسع في استخدامها في أكثر من خمسة مواقع قتالية. ويقول وليام كارتر، نائب مدير برنامج سياسة التقنية بمركز الدراسات الإستراتيجية والدولية الأمريكي، إن التقدم الذي تم تحقيقه يُعد تقدماً رائعاً بالنسبة إلى وزارة مشهورة بعمليات الشراء

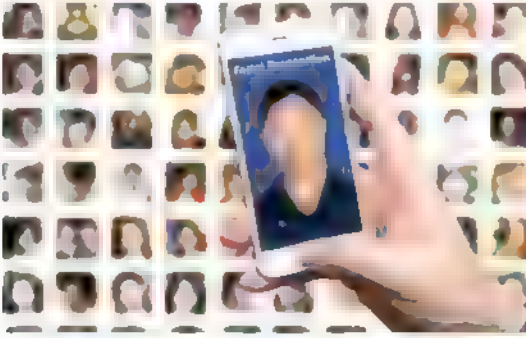
العتيقة. ويضيف كارتر الذي أطلقه شاهان وغيره من المسؤولين بالمشروع على سير العمل به، «بعد ذلك حرضاً عملاً خارقاً مقارنة بمستويات الأداء في وزارة الدفاع». وبمقدور التقنية التي تم استخدامها في الميدان ضمن مشروع «مايفن» أن تعدد على الخرائط وبشكل تلقائي الأجسام من قبيل القوارب والشاحنات والمباني، ويثو وورك بأن ذلك يساعد المحللين ممن يُنَاط بهم مهام من قبيل تحديد الأهداف أو فهم أنماط نشاط مجموعة معينة، وذلك من خلال تقليل الوقت الذي يستغرقه البحث في الشاشة لمحدد المثير على الأهداف المطلوبة. كما توحد بالبرنامج الذي تم توزيعه واستخدامه في القواعد العسكرية

للاستخدام في طائرات من دون طيار صغيرة الحجم وتطوير على ارتفاعات منخفضة نسبياً، من قبل سكان إيجل والتي يبلغ طولها 1.4 متر ووزنها 20 كجم. وأضاف شانهان أن فريقه ينتج في الوقت الحالي الخوارزميات الخاصة بالطائرات من دون طيار التي تطير على ارتفاعات أعلى، وستعمل قريباً على خوارزميات طائرات المراقبة التي تطير على ارتفاعات شاهقة. وقد أظهرت شرائح العرض التي قدمها صورياً لطائرة «جلوبال هاونك» البالغ طولها 15 متراً، والتي تصل إلى قرابة 18 ألف متر (60 ألف قدم) وتحمل كاميرات تصوير تقليدية متطورة وأخرى تعمل بالأشعة تحت الحمراء. وأوضح شانهان أن الهدف الأسمى

من الاحتجاجات الداخلية في إبريل من العام الحالي. وذكر المتحدث باسم وزارة الدفاع الأمريكية أن مشروع «مايفن» يصمم الكثير من كبريات شركات التقنية والذكاء الاصطناعي، لكنه رفض تحديد أي منها. وقال كارتز من مركز الدراسات الإستراتيجية والدولية الأمريكي ومصدر آخر مطلع على مشروع «مايفن»، إن شركة أخرى بحلاف «جوجل» قامت بتطوير التقنية التي استخدمت في العمليات ضد «داعش». وقال شانهان إن المشروع قد بدأ في النمو، ويتضمن ذلك استخدام خوارزميات المراقبة بالطائرات من دون طيار التي طورها مشروع «مايفن» على نطاق أوسع. وقد طورت النسبة الأولية من النظام

خاصية تسمح للمحللين بإعادة تدريب الخوارزميات، وذلك من خلال وضع علامات على الأهداف المطلوبة أو تحديد الأخطاء. وليس من الواضح على وجه التحديد الوظيفة التي تقوم بها «جوجل» في حصص كل تلك المهام إذ تمول الشركة إنها تساعد وزارة الدفاع الأمريكية على استخدام برنامجها الجاهز «تينسور فلو» للتعليم الآلي في تدريب الخوارزميات على التعامل مع الصور غير المصنفة التي تلتقطها الطائرات من دون طيار، وإن التقنية تقتصر على الاستخدامات «غير الهجومية»، وبفلت مجلة «ايرده» الأمريكية عن مدير الذكاء الاصطناعي في شركة «جوجل» قوله، إن العمل «عادي»، وذلك في معرض سؤال طرح عليه





يتمثل في دمج خوارزميات «مايفن» في الطائرات من دون طيار نفسها وأصاف شانهان كذلك أن مشروع «مايفن» سيبدأ عما قريب في تطبيق الذكاء الاصطناعي على نواح أخرى من العمليات العسكرية، ومن بينها تسريع عملية فرز المواد التي يتم الاستيلاء عليها أثناء الغارات- يمكن استخدام خوارزميات تعلم الآلة في مساعدة المحللين على البحث عن أهم المواد الموجودة في الأفراس الصلبة التي يتم الاستيلاء عليها. وأفاد شانهان بأن مشروع «مايفن» سوف يدرس الكيفية التي يمكن من خلالها للذكاء الاصطناعي مساعدة المحللين بالقوات المسلحة أو وكالة الاستخبارات الأمريكية على تقييم الأهمية النسبية للأهداف المختلفة للعدو.

ومن المرجح أن تزيد تكلفة مشروع «مايفن» عن غيره من المشروعات التي وصفها شانهان. ومن المتوقع أن يقدم مايك جريفن، رئيس البحث والتطوير بوزارة الدفاع الأمريكية، مقترحاً في الصيف الحالي إلى الكونجرس يرسم الخطوط الرئيسة لإنشاء مركز الذكاء الاصطناعي المشترك، وذلك بهدف تسريع وتيرة استخدام القوات المسلحة ووكالات الاستخبارات الأمريكية للذكاء الاصطناعي. ويقول وورك، الذي يشارك في رئاسة قوة عمل

في أي مشروع عسكري. ويشعر وورك بالقلق حيال تشجيع ذلك حال حدوثه شركات أخرى على تقديم تعهد مماثل. لكنه أضاف أن «البنجابيون» ستظل تمتلك القدرة على العثور على متعاقدين أثناء في مجال الذكاء الاصطناعي يكون لديهم الاستعداد للتعاون مع وزارة الدفاع الأمريكية. ويعود الفضل جزئياً في انتشار خبرات الذكاء الاصطناعي إلى افتتاح شركات من قبيل «جوجل» «هيبا» يتعلق بأبحاثها وبرامجها الجاهزة، يقول أمير حسين، المدير التنفيذي لشركة سارك كوحش الناشئة، التي تعمل في تنفيذ عقود حكومية، من بينها القوات الجوية الأمريكية، خاصة بمشاريع الذكاء الاصطناعي، «من الواضح أن لدى وزارة الدفاع شركات أخرى تستطيع اللحوق إليها. وذلك لأن حجم مواهب الذكاء الاصطناعي في الولايات المتحدة كبير للغاية.

للذكاء الاصطناعي في مركز الأمن الأمريكي الجديد، ويحسب فهمي فإنه يتم ضخ المزيد من التمويل في اتجاه مشروع «مايفن» كما أن المشروع سيكون جزءاً كبيراً من مركز الذكاء الاصطناعي. ومن الممكن لمشروع «مايفن» أو لوحدة مشابهة أن تكون بمنزلة ورشة عامة للذكاء الاصطناعي داخل المركز، تقوم بمساعدة جميع مؤسسات الاستخبارات والقوات المسلحة الأمريكية على تطوير مشاريع للذكاء الاصطناعي بالتعاون مع المتعاقدين من الشركات الخاصة. وفي حالة نجاح احتجاجات الأقلية من موظفي جوجل البالغ عددهم 80 ألف موظف، فإن تكون الشركة من بين المتعلقين لتنفيذ مشروع مايفن. وقد وقع أكثر من أربعة آلاف من موظفي «جوجل» على خطاب يطالب الشركة بعدم المشاركة



## التكنولوجيا وإيجابياتها

من همكر مسائل عووداً د فرد زغر الهمكر، ان بعدد مزيج "عفسود" خصوصيت  
وبوسع الاك، الالف على والروبو، ر سعت عبا آف او على تسواى غير وطفها،  
وعم الااء الركبى وعبدال لسان سغان البسر بعفسود ستم ربات وبوامع بواص  
الافسانى بعفسود بالاكيات فعفسود لربح سى ث بتم بعفسود سدا البسر، بر اسو سى بر انا لم  
شعر بالوحدة هكذا من قبل قط

كثيراً من الناس سيُدوما ما اكتشفوه عن حجم المعلومات التي تمتلكها شركة هيسبوتل، ومن موقف الشركة المتراخي فيما يتعلق بتأمين تلك المعلومات وحمايتها. ولقد زُكي ذلك بقدر أكبر من المخاوف المتعلقة بالأثر الدائم للمنبصة على المجتمع والشؤون السياسية.

بشير شعار شركة هيسبوك «تحرك بسرعة وحطم ما تصادف في طريقك» (وهي دعوة لتطوير البرمجيات لتتأقلم مع التغيرات على الشبكات غير

إن الذكاء الاصطناعي والخوارزميات لا تتمتع بالشعافية أو قابلية المساءلة. ومصدرنا القلق يعضان الفرد في مواجهة القوة الطاغية للشركات والتفصيصات الخوارزميات.

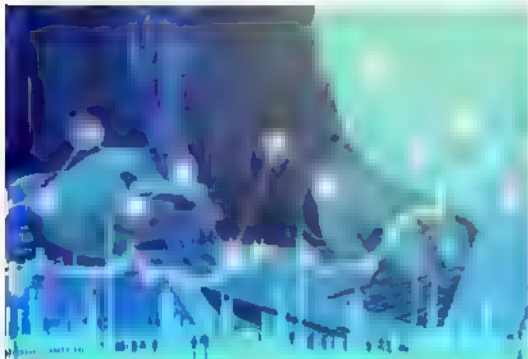
لنبحث مثال عملاقة الويب، فهم يجمعون كميات مهولة من البيانات عن مستخدميهم، وكثير من تلك البيانات حساس جداً، إذ يتراوح ما بين مسائل طبية وآراء سياسية وعائلية، فحماية الخصوصية أمر حيوي، وعلى الرغم من ذلك، إلا أن

ما تلك سوى قتل من الشكاوى الموجهة ضد التكنولوجيا. ولكن، طوال السواد الأعظم من التاريخ البشري كان البشر يقضون إلى التكنولوجيا بصفاتها قوة خيرية.

هذه تلك عدد من الناس أصبح  
يؤمنهم إطفاء أعمارهم بسبب  
التقدم التقني، بدايةً من التجميد  
وحتى التطعيم، أكبر من عدد الذين  
يهلكون بسببها، على الرغم من  
الاختراعات القاتلة التي ابتكرها  
البشر كالمبارود. وعُتبت التكنولوجيا

ثمرة البحث الحر والنقاش، ورحب  
البشر على نطاق واسع بتطورها.  
فكلما انتشرت التكنولوجيا، كان  
ذلك أفضل للبشر.

في أيامنا هذه، ثمة نقد لاذع للتكنولوجيا، تتحد عدة أشكال، غير أن شكلين منها فقط بارزان. أولهما الإيمان بأن أباطرة الويب، مثل هيسبولك وأمازون، وسجول، ملقوا أكثر من اللازم، وثانيهما رأى يقول



المدمومة) بعدم الاكتراث بالتيارات، ويردد الشعار هدي كلمات الراوي في رواية «غاتسبي العظيم» (The Great Gatsby) لفرسيس سكوت فيتسجيرالد التي ألفها في فترة سابقة من التوجس من تراكم السلطة إذ قال بأسى: «كانوا أناساً لا يباليون بشيء، وكانوا يحطمون الأشياء... ثم يمدون ليتشفوا بأموالهم أو لامبالاتهم الجسيمة، ولا يواجه عناقلة الويب الصينيين أمثال «علي بابا» (Alibaba) و«تين سينت» (Tencent) و«بايدو» (Ba du) «نقدًا تقنيًا مثلاً، فالصين أبعد ما تكون عن تأييد فكرة حماية الخصوصية، ومع ذلك، إلا أن حصص شركات الويب للبيانات بكميات عبر تقليدية بدأ يؤثر التساؤلات، ومصدر القلق الثاني- المعلق بالدكاء الاصطناعي والخوارزميات والروبوتات- ينطوي على الخوف من أن تشرع التقنيات يوماً ما في العمل بمنأى عن سيطرة البشر. أيمن أن تصبح تلك النظم متطورة جداً حتى تتفوق على قدرة البشر والمؤسسات على إدارتها؟ وهل يمكن أن يهدد هذا الموقف حتى البشرية بأسرها؟

ثمة تهديد آخر مباشر بقدر أكبر يتمثل في احتمالات أن تحل الخوارزميات والبرمجيات الداتية محل العمالة البشرية،

مما يندّر بالعصاء على الوظائف والاقتصاديين منقسمين حول هذه المسألة. فالمثاليون منهم يشيرون إلى أن التكنولوجيا تحل دائماً وأبداً محل العمالة البشرية، غير أن ثمة وظائف جديدة لم يكن لها وجود من قبل تنشأ وتعلق بالطرائق الجديدة. وأما المتشائمون فيردون على هذا الزعم بأن التاريخ لم يشهد مثل هذا التهديد الموجه لعدد مهول من الوظائف في الوقت عينه.

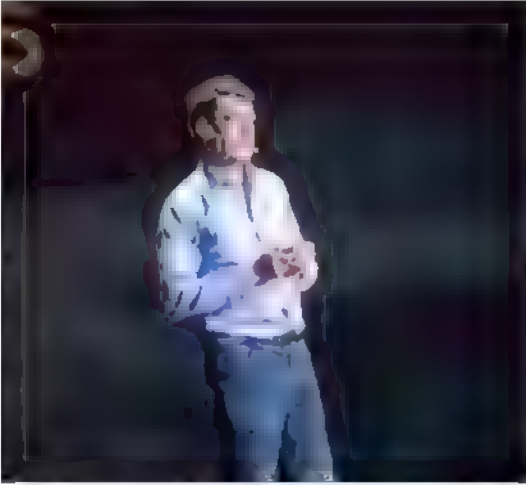
وهناك مصدر قلق آخر يتمثل في أن هذه التقنيات ربما تعمل خارج الشاعية والمسألة اللتي تفرسهما الديمقراطية، على سبيل المثال، في الكثير من نظم المحاكم الأمريكية، تتأثر الكفالة والأحكام والإفراج المشروط بنظم الحاسوب التي تُفطر القاضي وعيره من صناع القرار باحتمالات تقويت شعص ما لوعده جلسته أو احتمالات انتكاسه وعودته إلى الجريمة مجدداً. لكن تلك النظم التي تقدمها شركات خاصة لا تخضع إلى فحص خارجي، ويعزى ذلك عادةً إلى أسباب أمنية أو إلى دواعٍ تتعلق بالملكية الفكرية، وفي بعض الحالات، محر حتى الولايات القضائية التي رخصت تلك البرمجيات عن فحصها بسبب شروط الاستخدام التجارية الخاصة بها

بالنسبة إلى النقاد، هذا هو ناقوس الخطر للكمية التي ربما تُكشَف بها مجتمع الخوارزميات بطريقة أشمل. فإذا كانت التقادير الاحتياضية قاصرة في المنظومة القانونية- تلك المنظومة المصممة أصلاً بحيث تمتلك تلك التقادير- فكيف يمكننا التأكد من أن الحماية الكافية لحقوقنا لنستطيع كلفتها في أي مكان آخر؟

لقد انطوى الكفاح من أجل التحرر في القرن التاسع عشر على مواجهة بين الفرد والدولة. وفي القرن العشرين، أُضيف بُعد جديد إلى المعادلة: الفرد في مواجهة البيروقراطية والشركات. وفي القرن الحادي والعشرين، اتسعت المواجهة مجدداً فأضمت بين الإنسان والخوارزميات.

في مبادرة التطور المفتوح (Open Progress)، تتمثل الفاية في دراسة تلك القضايا بتمعن، وتدرس المبادرة أيضاً الخلافات والتبعات المترتبة على التقنيات الناشئة الأخرى مثل واجهات الدماغ الحاسوبية (brain computer interface) والسيارات الذاتية القيادة. وستمحص الماددة أيضاً الوضع البيئي وردود الأفعال المحتملة نحوه التغير المناخي. يبدو أن التكنولوجيا مقدر لها أن تمس كل شيء، وتُحدث تحولاً في أي شيء، ومسألة فهمها في إطار قيمها الليبرالية محورية.





قدم لورانس الكساندو بعضه بصمته مباشرةً للفريديا، اللجنة فطرس الشيوخ الفرنسي في يناير 2017 التي استمعت إليه وهو يتحدث عن مستقبل الدكاء الاصطناعي

سواء عن طريق كشف طبي حاسم أو إمكانية تحميل الإنسان لمقله على الحاسوب. ياله من مستعمل يعيش هؤلاء المتفائلون أو المتشائمون بالتكنولوجيا وغيرهم بلا صبيب ولا حاكم بين ظهرانينا وتتمشى نبوءاتهم على مواقع التواصل الاجتماعي، وهم كذلك ينتشرون على تلك المواقع إيهام «المستقبليين». الخبراء الذين يهتمون جداً بمستقبلنا حتى إنهم يشعرون بأن عندهم رسالة تكاد تكون مقدسة مفادها نشر الأخبار المستقبلية المباشرة (أو القدرة بشر) في عصر التطورات التقنية الحالي والأسئلة التي تثيرها.

ينقل الجيل الثاني من الرسل هذا توقعاته إلى كل من هو مستعد لتلقيها والتلقي في هذه الحالة مفتح ظاهرة اجتماعية مبهمة.

كانت معرفة المستقبل همّاً كبيراً لدى جميع الحضارات، وقد أبدى البشر دوماً اهتماماً بمعرفة إذا ما كانت الطريدة المصيدة مجزية، وإذا ما كان الجفاف أو الأمطار ستضرب المدينة، أو إذا ما كان من الضروري الهجوم على الملكة المتأخمة، حليصة الصيادين الجامعين والشخصيات البارزة الحضارية على حد سواء. إن هذا التعلّش للمستقبل هو الذي مهد

الطريق أمام الكهنة والحوس والمحمودين ومن هم على شاكلتهم وأداع صيغتهم، وما هم المستقبليون المحترقون الآن يعلنون محلهم يقول نيكولاس نوبا Nicolas Nova، الأستاذ في جامعة جنيف للفنون والتصميم والمؤسس المشارك لمختبر المستقبل القريب Near Future Laboratory المتخصص في التنبؤ بالمستقبل والابتكار، لكل عصر عرّاهود، يصيغ قائله: «مدى وصعد الحرب العالمية الثانية أوزارها، كان هناك عصيل أكثر عقلامية من المتخصصين المكرسين لهذه المسائل» وهذه هي الظاهرة التي تُطلق عليها الأمريكيان اسم «أبحاث المستقبل» وكانت الستينيات بمنزلة العصر الذهبي لعلم المستقبل. ولو أن التنبؤات التي حرّحت عليها ابدال بشأن محر الألفية الثالثة تبدو الآن بشعة، قيل لنا إننا سنستخدم سيارات طائرة، على الرغم من أننا ما زلنا نعلق في الحركة المرورية على الأرض، وكان من المفترض أن تؤسس مستعمرات لنا على القمر أو المريخ، لكنها ما زالت مهجورة لفترة طويلة. ومادا عن الرؤى الخاصة بأجهزة الدفع النفاث المحمولة على الظهر والتي وعدنا بها العلم ولم تتجاوز تلك النماذج الأولية المتضبطة الخطرة؟ وفي حصم الحرب الباردة وإثارة عرو الفضاء، ركّز أغلب النبوءات



الموسيقى عام ٢٠٠٥ الذي تناول الطريقة التي سُمِّزَ بها الموسيقى على شبكة الإنترنت: «إذا نظرت عن كثب إلى كيفية عمل قطاع ما، فسيكون بوسعك استخلاص توقعاتك الخاصة، فالأمر ليس بهذه الصعوبة».

وعلى الرغم من أن توقعاتهم أحياناً لا تتأكد على أرض الواقع، إلا أننا نجد أن خطابهم ينزع إلى التقليل من شأن تعقيد الواقع والشق غير المتوقع له. في عام ٢٠٠٧، وضع الفيلسوف نيكولاس طالب Nic olas Taleb نظرية «البيعة السوداء» التي يمثل فيها هذا الطائر حدثاً غير متوقع ذي تبعات جسيمة. يقول نيكولاس طالب «يميل المستقبلون إلى سريان البجع

ما يحرص المستقبلون على تدكيرنا بذلك. فما هو جيد ليوهارد يقول ملجأ: «أنا لا أطرح تخمينات، بل توقعات قصيرة الأجل على مدار الخمس سنوات إلى العشر المقبلة» ويقول لوران ألكساندر إن «تفكيري متنوع ومتشعب، وأحرص على بيان سيناريوهات متعددة».

### «يميل المستقبلون إلى سريان البجع الأسود»

يُطالع ليوهارد بحسب قوله خمسة كتب أو ستة شهرياً لاستخلاص هذه السيناريوهات، ويزعج أنه ينفق وقتاً طويلاً في جمع المادة العلمية وتبادل الأفكار مع الخبراء في مؤتمرات، ويقول عازف القيثارة والمنتج الموسيقي السابق الذي ارتقى سلم المجد بعد نشر كتابه «مستقبل

على الفضاء. ولكن الآن، حلت محلها نبوءات حاصلة بالذكاء الاصطناعي وعنهوم الإنسان المُطوَّر. يقول جان- جابريل جاناشيا Jean- Gabriel Ganascia الخبير بالذكاء الاصطناعي الذي كتب مقالة فكك فيها «أسطورة التقرُّد، يبالغ الأسف: «المستقبلون قادة رأي، فالتناس يصمون إليهم على الرغم من أنهم ليس لديهم أي شرعية علمية حقيقية». أمن الممكن أن خبراء المستقبل حالياً، شأنهم شأن أقرانهم القدماء، أساءوا فهم الأمور بالكامل؟

الأمر أعقد من ذلك، يقول الأستاذ بوهاف: «إن دور هؤلاء لا ينحصر في التنبؤ بالمستقبل بقدر ما يتعلق بتوقع المستقبلات الممكنة، دائماً







الأسود. وبالطبع، من الصعب جداً التنبؤ بها طالما أنها غير متوقعة بتفريغها. ولكن إذا أردت الوصول إلى توقعات جديدة، فعليك دمج أحداث غير متوقعة أو طائشة، وتصيير آخر، بقدر ما ينطوي الأمر على خطر جسيم، عليك إضافة شيء من الفرابية إن أردت أن يأخذك الآخرون على محمل الجد. لوران ألكساندر خبير بالهوى والنزوات، فقد قدّم نفسه بصفته «مبشراً تلفزيونياً» إلى لجنة مجلس الشيوخ الفرنسي في يناير ٢٠١٧ التي استمعت له وهو يتحدث عن مستقبل الذكاء الاصطناعي، وتابع حديثه بأسلوب يكاد يكون مسرحياً، مُنبعاً كل عبارة مأثورة بأحرف، إيسا نحاطر بأن نتحول إلى ريمبابوي عام ٨٠-٩٢، وقد شوهد مقطع الفيديو الخاص بجلسة استماعه ما يربو على ١.٤ مليون مرة على صفحته على فيسبوك. ولا بأس لو أساء فهم الأمور كلها. يقول ألكساندر الذي تردد بدعوته بلا مواربة إلى وضع سياسات مُحسّنة للنمّل في عمود بمجلة «Le Point» الفرنسية الأسبوعية: «علينا أن نتقبل فكرة أن المستقبليين لا يفكرون كثيرهم من البشر، وأنه من الممكن أن ينطقوا أشياءً ساذجة. وإذا حظرتنا كل نقاش خاص بالمستقبل، فلن نسمع بنضج المجتمع استعداداً للمستقبل». برؤج جيرد ليونهارد ولوران ألكساندر خبرتهما في المؤتمرات وندوات الشركات. وعلى الرغم من أن تلك المداخلات أحياناً ما تكون مجانية، إلا أنها تكلف عشرات الآلاف من الدولارات عندما تكون مدفوعة. يقول ألكساندر إنه يتلقى نحو «عشرة طلبات يومياً»، ولو أنه لا يفصح عن أي أرقام مالية. لقد أصبح التنبؤ بالمستقبل بالفعل بحارة مريحة.

# الذكاء الاصطناعي

## وحدود «لعبة التقليد»

اصطناعيا فليس يحاكيه هذا ما يفيد عن الذكاء البشري بغير إيهام. إننا نعتبر وجوده  
مركباً من عدة مستويات، إذ إن الذكاء البشري ليس له مستوى واحد بل إننا نعرفه ذلك

يعملها تدرك مثلاً أنها يجب ألا تمر  
خلال الأشجار. فتعني حين سمع  
أن «ريداً» خرج من شفته مع عمرو،  
وأحد ممانتيحه، فهم على الفور أن  
«صمير الغائب» في «ممانتيحه» يشير  
إلى «ريداً» لا إلى «عمرو» وبإمكاننا  
أيضاً أن نعلم أن «ريداً» خرج من  
الجاب لا من البائدة، أما أي جهاز  
يعمل بالذكاء الاصطناعي فما زال  
يجعل كل هذه التعميمات.

### اجتياز اختبار تورينغ

ما زال الباحثون يحذرون تقدماً  
بسد المحوة بين الذكاء الاصطناعي

تقليده بعد أوصحت بأن ليكان في  
المؤتمر أن «الطفل الرضيع يراهب  
العالم ويفهمه من خلال التفاعل،  
ويكتشف وحده وجود أشياء حية  
ومتحركة وأخرى غير متحركة  
وبدءاً من شهره الثامن يفهم الطفل  
أن الشيء لا يستطيع البقاء في الهواء  
بمفرده، إن مبادئ التعلم موجودة في  
الطبيعة ووظيفتنا بصفتنا باحثين  
هي استكشاف ذلك».

إن من أكبر التحديات التي يواجهها  
الذكاء الاصطناعي في العصر  
الحديث أن تمنح الآلات عقلاً

على الرغم من التطور الكبير الذي  
شهدته الحواسيب الآلية، ما زالت  
تحتاج إلى من يأخذ بيدها، أو  
على حد تعبير يان ليكان Yann  
Lecun، مديرة أبحاث الذكاء  
الاصطناعي في هيسوك. خلال  
مؤتمر عقد أخيراً في باريس، حتى  
الفران تتمتع بوعي أكبر من أفضل  
أنظمة الذكاء الاصطناعي التي  
يمكن أن نبنها».

لا شك في أن الحواسيب الآلية ستنطبع  
أن نهرم بطل العالم في لعبة «غو»،  
Go، وأن نكتشف فوراً أي خطأ في  
كلمتك المفتاحية في بحث جوجل،  
أو تقود السيارات، ولكن، على  
الرغم مما تتعلمه الآلات نفسها  
(وهو أحد التعريفات المهمة للذكاء  
الاصطناعي)، إلا أنه ما زال عليك  
أن تأمرها، فمثلاً، في حالة المركبات  
التي تقود نفسها، عليك أن تحذرها  
بأنه ينبغي عليها أن تتور حول شجرة  
على جانب الطريق، لأن تمر خلالها.  
هناك عدة أنواع من التعلم، ولم  
يرل التعلم البشري نموذجاً متدر

صوميا: استنساخية تشبه البشر الأحياء



ومن ثم، تُعد لعبة التقليد متجهًا تحاليلياً، أساسه تبادل الرسائل الشفهية أو المكتوبة، لكنه لا يمطي أية معلومات عن السمات العقلية للمتكلم، فهو لا يخبرنا مثلاً إذا ما كان أحد الطرفين- سواء كان شخصاً أو آلة- يدرك أن لون الليمون أصفر أم لا. ولا يخبرنا كذلك إذا ما كانت الآلة تعرف ما تحدث عنه أم لا، أو إذا ما كانت تتصرف- على الأرجح- مثل تلميذ طيب يحفظ درسه عن ظهر قلب دون أن يفهم منه شيئاً.

### نظر الوعي

لطالما تم التعامل في علم الأعصاب مع مسألة الوعي بما يسمى «منهج القائب»، ألا وهو أسلوب مراقبة طريقة عمل المخ. تتمثل المشكلة في عدم ملاحظة الشخص الخاضع إلى التجربة أشياء كثيرة تحدث في مخه. وهناك ميل في هذه الأيام تجاه الدمج ما بين المنهجين التخاطبي والقائب، وذلك بالتفاعل مع الشخص الخاضع للتجربة ومراقبة المخ مثلاً من خلال جهاز رسم المخ.

إن مسألة إمكانية أن تتمتع الآلة بالوعي تثير اهتمام علماء الأعصاب أيضاً. ولقد كتب ستانيسلاس ديهايان Stanislas Dehaene، وهو باحث وعصو في

وهي شخصية ساخرة يُفترض أن تعيش في أوكرانيا. وحين سُئل البرنامج عن عدد أرجل «المودة الأفعى»، أجاب قائلاً: «اثنان، لكن قد يكون لمسوخ تشيموبويل خمس أرجل». أعرف أنه من المفروض أن تخدعني». وبعد نقاش اختصر على خمس دقائق، خدع يوجين 33% من المختبرين.

لقد انتقد كثيرون التجربة وقالوا إن وقت التجربة كان قصيراً للغاية وإن النمب كانت ضئيلة جداً. ووصف جان بول ديلاهاي Jean Paul Delahaye، الباحث في مختبر علوم الحاسب الآلي في مدينة ليل، فرنسا، التجربة بأنها شكل «متدو» من اختبار تورنغ

ولكن هل يعني الموز في لعبة التقليد أن الآلة تستطيع التفكير مثلنا حقاً، أو أن لها عقلاً؟ يرى تورنغ أن هذه ليست القضية، وذلك لسبب بسيط، وهو أن الإجابة مستعجلة، فعني بين البشر، نجد أن الطريقة الوحيدة لمعرفة إذا ما كان الشخص الآخر يفكر أم لا هي أن تكون أنت هو. يقول تورنغ: «ومن ثم، فمن المعتاد أن يكون لديك انطباع فطن بأن الجميع يفكرون». واحتج تورنغ بأن كل ما نستطيع فعله هو أن نفترض تمتع الآخرين بالعقل. لا يمكننا حقاً اختبار هذا الأمر.

والبشر. هذا الخبر إما أن يكون مثيراً لك، إذا كتبت على شاكلة الراحل مارفن مينسكي Marvin Minsky، وهو أحد مؤسسي علم الحاسب الآلي، أو أن يكون مخيفاً لك، إذا كتبت على شاكلة إيلون ماسك Elon Musk، الرئيس التنفيذي لشركة «تيسلا آند سبيس إكس» Tesla and SpaceX.

في عام 1950، تمثيل عالم الرياضيات البريطاني آلان تورنغ Alan Turing - المشهور بفك شفرة آلة الإنيغما (Enigma) الألمانية إبان الحرب العالمية الثانية - شيئاً يشبه «لعبة التقليد»، وهو اختبار يهدف إذا ما كانت الآلات تفكر أم لا. يتضمن الاختبار جعل شخص يتفاعل مع إنسان حقيقي ومع ما نسميه هذه الأيام «الشاتبوت» chatbot، وهو برنامج يرد على مستخدمي الإنترنت في مربع حوار. فلذا لم يستطع القائم بالتحربة أن يحدد الفرق بين الإنسان والآلة- بناء على الردود التي يحصل عليها- فإن هذا يعني أن الآلة قد اجتازت الاختبار.

في عام 2014، أعلن فريق من جامعة ريدنج أن أحد البرامج قد فعل ذلك بالضبط. لقد كان البرنامج بقدر رمود شخصية وهمية لصبي يُدعى يوجين غوتسمان،



يعد هذا وعياً كالوعي الذي تتمتع نحن به، ويفسر كلامه قائلاً: «يقول تورنغ إن إدراكنا مرتبط، واحتياجاتنا، فنحن نحب الماء مثلاً لأنه ضروري لبقائنا على قيد الحياة. أما بالنسبة إلى الآلة (الإلكترونية) فإنه سيكون مثل السم الفاتل».

من الممكن نظرياً أن تتمتع الآلات التي تعمل بالدكاء الاصطناعي بالوعي.

لقد اتفق الباحثون، بفضل النظر عن مجال تخصصهم، على مسألة واحدة: إن الأمر لا يتعلق بالقدرة

الحاسوبية؛ فالداسوب الكفي لن يتمتع بأي نوع من الوعي، على حد قول **بيير أوزان Pierre Uzan**، أستاذ الفلسفة بجامعة ديدرو في باريس ومؤلف كتاب «Co science et physique qualitative» (الوعي والفيزياء الكمية).

ويتفق أوزان مع تورنغ في أن تطبيق منهج الذهن الحاضر على مسألة الوعي يبدو بعيداً عن تناول العلم. ومن ثم فإن منهج الغائب المتمثل في المراقبة الخارجية، ومنهج التخاطب المتمثل في التحدث مع الآلات، هما كل ما لدينا من وسائل نظرية متاحة لحل المعضلة. بعد مرور نحو سبعين عاماً على نشر مقال تورنغ الرائد، لم يزل العلماء يتحسسون خطاهم داخل حدود مقاله.



مقال د. آلان تورنغ في جريدة «تيسيس» - الصورة بعدسة هرون

وهناك سمة أخرى للوعي تتمثل في القدرة على التعبير عن الذات، وهو ما يُعرف باسم «الانكاس». ويختتم ديهانين مقاله بأنه من الممكن نظرياً لأية آلة تعمل بالدكاء الاصطناعي أن تتمتع بالوعي بناءً على هذين المياريين

ويتساءل جان غابرييل غاناشيا **Jean Gabriel Ganascia** الباحث في مختبر علوم الحاسب الآلي في جامعة السوربون ومؤلف مقال نُشر عام 2017 بعنوان «Le Mythe de la singlarité» (خرافة التفرد)، قائلاً: «نحن نعرف كيف نصنع آلات تركز انتباهها أو تتمتع بالقدرة على التعبير عن الذات، ولكن هل

الأكاديمية الفرنسية للعلوم، مقالاً عن هذا الموضوع في دورية «ساينس» في الخريف الماضي، أشار فيه إلى أن إحدى سمات الوعي لدينا نحن البشر تتمثل في القدرة على الانتباه إلى شيء واحد بعينه

وتقول دارينكا تروبوتشيك **Dari ka Trubutsche**، وهي إحدى طالبات الدكتوراه في كلية العلوم العصبية في باريس، وكاتب تعمل ضمن فريق ديهانين: «حين نتأمل تلك الصور التي تطوي على خداع بصري، إذ تكون هناك صورتان متداخلتان في صورة واحدة كصورة امرأة مسنة وشابة في آن واحد مثلاً، فإنك ترى في كل مرة تنظر إليها صورة واحدة وحسب».

ملف العدد

# الطاقة النووية

ضرورة استراتيجية ولتحدّ العالم

الاستراتيجية العالمية للطاقة النووية: دورها في تحقيق التنمية المستدامة

التنمية المستدامة

الاستراتيجية العالمية للطاقة النووية: دورها في تحقيق التنمية المستدامة

الاستراتيجية العالمية للطاقة النووية: دورها في تحقيق التنمية المستدامة

الاستراتيجية العالمية للطاقة النووية: دورها في تحقيق التنمية المستدامة

الاستراتيجية العالمية للطاقة النووية: دورها في تحقيق التنمية المستدامة

الاستراتيجية العالمية للطاقة النووية: دورها في تحقيق التنمية المستدامة

الاستراتيجية العالمية للطاقة النووية: دورها في تحقيق التنمية المستدامة

الاستراتيجية العالمية للطاقة النووية: دورها في تحقيق التنمية المستدامة





يتبادر إلى الأذهان عند الحديث عن تعذيب  
 طبيعة الجورته الأساليب البهيمية والقذرة  
 يستعملها وهو مفعول غير متفق  
 مفعولهم يتبعه البهيمية ويستعمل واستعمل  
 من ذلك بكثير إذ أن تعذيب يستعمل ويستعمل  
 تحت وطأة التعذيب هي أيضاً شكل من  
 أشكال تعذيب الطبيعة الجورته مفعول  
 يستعمل يتبعه شكل شكل استعمل  
 وعندها السبب الجورته أحد التعذيبات  
 التي هي تعذيب الخشب وقد استعملت  
 تعذيبات الجورته على التعذيبات التي تعذيب  
 سبب السبب استعمل ويستعمل مفعولهم  
 يستعمل يستعمل هو كسبب الإنسان  
 يستعمل وهو مفعول له استعمل من  
 طبيعة الجورته تعذيبه لانه من  
 يستعمل يستعمل استعمل استعمل استعمل  
 يستعمل استعمل من استعمل المصنوع  
 ويستعمل التعذيب الجورته يستعمل استعمل  
 وقد استعمل تعذيب قد يكون تعذيب مفعول  
 مفعول يستعمل لإسباغ الكفران، وتعبيره  
 الاستعمال الجورته مفعولها، ولكنها قد يكون  
 أيضاً يستعمل مفعول كسبب الاستعمال مفعول  
 يتبادر إلى الريح

# التطبيقات السلامية للطاقة النووية وأثرها في جوانب التنمية المستدامة

23

د. خالد بن عبدالعزيز العيسى

مستشار رئيس مدينة الملك عبد العزيز  
للعلوم والتقنية



والتحكم الآلي في خطوط الإنتاج والفحص غير الإتلافي في المنتجات للحصول على معايير جودة عالية، كما تساهم في تحسين الخواص الميكانيكية والكهربائية والكيميائية والفيزيائية لكثير من المنتجات الصناعية، بالإضافة إلى تقنيات البحث عن الثروات المعدنية الطبيعية. أما في مجال حماية البيئة فتساهم التقنيات النووية في تعقيم مياه الصرف الصحي وتحييد خطورة الفلزات الناتجة من وفود الطاقة الأحفوري في الصناعات المختلفة، وترشيد عمليات تسميد التربة الزراعية من أجل التوازن بين السماد النيتروجيني الموجود في التربة طبيعياً والسماد المضاف، كما أنها تستعمل لدراسة حجم التلوث في البيئات البحرية، من جانب آخر فإن استخدام المفاعلات النووية يعد وبشكل كبير من انبعاث الغازات السامة كأول أكسيد الكربون وأكسيد الكبريت والنيتروجين والهيدروكربونات.

وعلى سبيل المثال لا الحصر، تساهم التقنية النووية اليوم في مجال الزراعة، وتنمية الثروة الحيوانية في دول كثيرة في أمريكا الجنوبية وآسيا وإفريقية، في التغلب على محدودية المصادر الطبيعية كالأرض والماء وقلة الموارد المالية والخبرات في تنمية المحاصيل الزراعية والمنتجات الحيوانية، وتحسين جودتها، وكميتها من خلال استنبات سلالات نباتية بخصائص جديدة تتميز بالإنتاجية والجودة العالية، ومقاومة أكبر للظروف المناخية الصعبة، وفي حفظ المحاصيل الزراعية الفائضة، وإطالة عمرها، وكذلك تنمية مصادر المياه بدراسة مصادر التغذية للمكانم الجوفية، وتطوير نظم الري، ومكافحة الحشرات والآفات الزراعية، والكشف عن كثير من العمليات البيولوجية المسؤولة عن نمو الحيوانات، وتكاثرها، وصحتها، من ناحية أخرى تساهم التقنيات النووية في الدول الصناعية في





**لعل من أول التطبيقات للطاقة**  
انوية كانت في المجال الطبي. إذ  
يساهم الإشعاع والبطائر المسعة  
في التشخيص الطبي (الطب النووي)  
والعلاج الإشعاعي لكثير من الأمراض  
المسببة

ولعل من أول التطبيقات للطاقة النووية كانت في  
المجال الطبي، إذ يساهم الإشعاع والبطائر المشعة في  
التشخيص الطبي (الطب النووي) والعلاج الإشعاعي  
لكثير من الأمراض المستعصية. فقد تنتشر وحدات  
المعالجة الإشعاعية في كثير من المراكز الطبية المالية  
لمعالجة مجموعة من الأمراض المستعصية، مثل:  
الأورام السرطانية.

ومن الملاحظ أن التقنيات النووية كغيرها من تقنيات  
العصر الحديث لها إيجابيات ولا تغلو من سلبيات.  
فالضرر الصحي الناتج من التمرض الإشعاعي يعدّ  
من أهم هذه السلبيات، ويأتي هذا من تعرض الإنسان  
للإشعاع، إما من مصادر طبيعية، مثل: المواد المشعة  
الموجودة في الطبيعة، التي تصل أيضاً إلى الهواء  
ومصادر المياه الطبيعية، أو من مصادر صناعية  
بسبب تداول المواد المشعة في الأنشطة المختلفة المذكورة  
سابقاً، أو التلوث الإشعاعي الناتج من الحوادث النووية،  
ويتصاعد هذا الضرر بدرجة كبيرة عند استخدام  
عوامل السلامة والاحتياطات اللازمة.

**مطالآت الاستخدامات السلمية للتقنيات**  
**والطاقة النووية**

تتميز الطاقة النووية بكثرة استخداماتها السلمية،

وتتمدد مبادئ تطبيقاتها. وتنقسم التطبيقات النووية  
السلمية إلى قسمين عريضين.

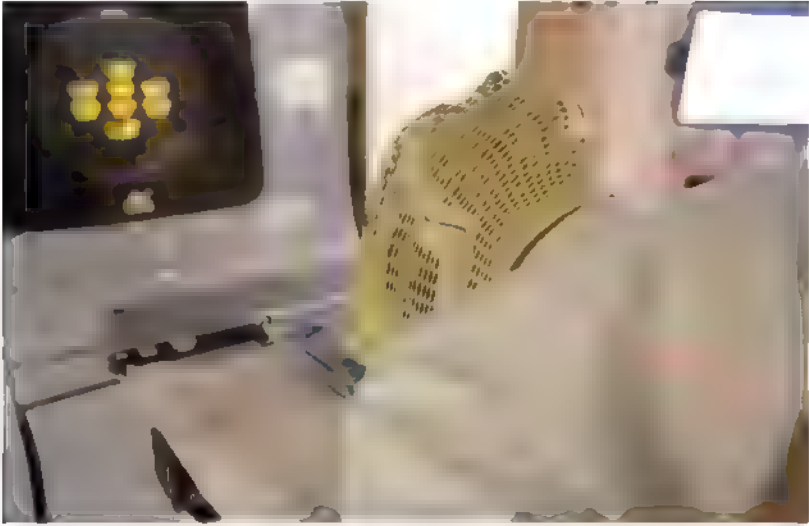
الأول: تطبيقات التقنية النووية باستخدام مواد نووية  
(المواد النووية حسب التعريف الدولي هي نظائر  
اليورانيوم والثوريوم والبلوتونيوم القابلة للانشطار  
النووي)، ولا يتسنى الاستفادة مما يتيحها هذا القسم  
من تطبيقات ومهارات علمية وهندسية إلا في حالة توافر  
مفاعلات أبحاث أو مجمعات الكتلة الحرجة (الكتلة  
الحرجة، وهي كمية المادة النووية اللازمة لاستمرار  
التفاعل النووي الانشطاري).

الثاني: تطبيقات التقنية النووية التي لا تستخدم المواد  
النووية، وإنما باستغلال تقنيات القياسات النووية،  
والنظائر المشعة، ومصادر الإشعاع.

### الطاقة النووية والكهرباء:

يتزايد الطلب على الكهرباء في كل أنحاء العالم، وهو  
في تصاعد مستمر، فمنذ انتهاء الحرب العالمية الثانية  
شهد الطلب على الكهرباء تزايداً جذرياً. ففي عام  
1950م كانت الطاقة الكهربائية المولدة في العالم نحو  
واحد تريليون كيلو وات ساعة، وشكّل الوقود الأحفوري  
(نفط وحمح حجري وغاز طبيعي) المصدر لنصف  
الطاقة الكهربائية المولدة، في حين شكلت الكهرباء  
المولدة من خلال المساقط المائية النصف الآخر.

وفي عام 1990م كان إجمالي الطاقة الكهربائية المولدة  
في العالم في حدود (12) تريليون كيلو وات ساعة.  
وزاد هذا الإنتاج بنسبة 30% في عام 2000م، وكانت  
الزيادة في دول الشرق الأوسط في المدة نفسها تصل  
إلى 96%، وفي الصين 116%. كما يتوقع أن يتواصل  
تصاعد الحاجة إلى الطاقة لعدة أسباب، منها: ارتفاع  
مستوى المعيشة، وزيادة عدد السكان في العالم، وتنامي  
الصناعة، التي تعتمد على مصادر الطاقة.



في حرائب تحتوي على الماء في موقع المعطعات النووية،  
وفي مراحل متقدمة من عمر الخزن يحفظ في حاويات  
جافة مخصصة له.  
إن كلاً من الرؤى السياسية الوطنية في بعض دول العالم  
وكذلك غياب الحلول التقنية للتعامل مع الوقود النووي

إن كلاً من الرؤى السياسية الوطنية  
من بعض دول العالم وكذلك غياب  
الحلول التقنية للتعامل مع الوقود  
النووي المستهلك ومخلفات  
معالجته المشعة ذات الخطورة  
سأهم سلباً في إعادة النظر في  
مدى مناسبة الطاقة النووية مصدراً  
للطاقة الكهربائية

لقد كان التوجه العالمي نحو الطاقة النووية في  
الستينيات الميلادية بسبب الحاجة إلى مصادر جديدة  
للطاقة، وزادت الحاجة في بعض الدول بعد انقطاع  
البتروöl في أثناء حرب رمضان مع إسرائيل.  
وقامت دول محدودة بالتعامل مع الدورة الكاملة للوقود  
النووي من دون إيجاد الحلول النهائية للنفايات المشعة  
الخطرة الناتجة من معالجة الوقود النووي المستهلك.  
بينما هناك دول، مثل: أمريكا حظرت التعامل مع الوقود  
النووي المستهلك في المفاعلات النووية المدنية في سبيل  
التحقق الشامل من عدم استحصال المواد النووية  
الناتجة من احتراق الوقود النووي (وهي البلوتونيوم)،  
وتقليص فرصة تداوله من قبل أفراد أو جماعات غير  
مسؤولة، وهذا الحظر الأمريكي للدورة الكاملة للوقود  
النووي المدني في أمريكا كان كذلك بسبب تأجيل التعامل  
مع النفايات المشعة الخطرة لحين إيجاد الحلول الوطنية  
للتعامل معها. فقد كان الوقود النووي المستهلك يحفظ



محطة فوكوشيما النووية اليابانية نتيجة للزلازل وموجة مد الهتاء (تسونامي).

يتجه العالم من جانب آخر الآن إلى تقنية معاملات التوليد النووية، وهي تلك التي تنجح من الوقود النووي أكثر مما تستهلك، بل إن الحياة عادت مرة أخرى للإنفاق على البحوث المتعلقة بمصادر الطاقة النووية الاندماجية التي تمثل نظرياً المصدر الأمثل للطاقة من ناحية الحفاظ على البيئة ومصادر الوقود. إلا أنه ما زالت هناك صعوبات تقنية قائمة في بلوغ إنتاج مستوى طاقة أكبر من الطاقة اللازمة للتفاعل الاندماجي. كما أنه لا تزال هناك صعوبة في أسلوب احتواء التفاعل الاندماجي الذي تبلغ درجة حرارته عشرات الملايين من الدرجات النووية.

ويشارك في هذا البرنامج العالمي الطموح الاتحاد الأوروبي واليابان والصين والهند وكوريا الجنوبية وروسيا وأمريكا. ويتم إنشاء المفاعل الاندماجي التجريبي هذا في كاداراتشي Cadarache بفرنسا.

وهذا المشروع بلا شك يعكس مدى جدية دول العالم المتقدمة في الحصول على بدائل للطاقة المستقبلية غير الناصبة وذات القدرة على تلبية الاحتياجات المتنامية للعالم في مجال الطاقة. وهذا البرنامج تسبقه وتصاحبه برامج دولية وطنية في هذا المصالح.

قد تكون مسألة الضمانات أو حظر انتشار السلاح النووي والمتمثلة في مرحلتها الأولى في حظر انتشار المواد النووية الملائمة للسلاح النووي، تعد من أكثر المواقف الفعلية التي تواجه انتشار الطاقة النووية السلمية ولا سيما للدول التي لا تمتلك تقنياتها، وهذا خلافاً لما تنص عليه معاهدة حظر انتشار الأسلحة النووية والاتفاقات ذات العلاقة التي نظمت ذلك. كما أن التعامل مع النفايات المشعة ذات التصنيف الخطر الناتجة من معالجة استهلاك الوقود النووي ما زالت تعد أحد المواقف ضد انتشار الطاقة النووية.

يأتي استخدام الأشعة السينية لأعراض التشخيص، وقد ساعدت هذه التقنية على تشخيص كثير من الأمراض بواسطة التصوير. والعزم إلى التعبيرات التي نحدث لراكيب الجسم الداخلي

المستهلك ومخلفات معالجته المشعة ذات الخطورة ساهم سلباً في إعادة النظر في مدى مناسبة الطاقة النووية كمصدر للطاقة الكهربائية

وساعد بشكل جذري في ذلك حادث مفاعل تشيرنوبل الأوكراني، وانخفاض أسعار البترول بشكل كبير في الثمانينيات الميلادية.

وأدى ذلك كله إلى انحصار استخدام الطاقة النووية، بل اتخذت بعض الدول قرارات بالإنهاء التدريجي لمعاملاتها.

## أسباب التوجه نحو الطاقة النووية

عادت دول العالم أخيراً مرة أخرى للتوجه نحو الطاقة النووية وذلك للأسباب الآتية:

- تقلص الآثار السيئة التي تركها حادث مفاعل تشيرنوبل الأوكراني على المجتمع ومن ثم على القرار السياسي.
- انخفاض تكاليف إنشاء محطات القوى النووية بعد تطوير الجواب الهندسية.
- تطور أنظمة السلامة في المفاعلات النووية.
- تصاعد أسعار البترول ومصادر الطاقة الأحفورية.
- تزايد المخاوف من التناقص الكبير في احتياطات الطاقة الأحفورية في ظل زيادة الاستهلاك العالمي بما لا يقابله من اكتشافات كمائن جديدة للبترول والغاز.
- وعاد تعثر الطاقة النووية جزئياً مرة أخرى بعد حادثة



## التوجه الدولي في مجال الطاقة النووية

في النقاط الآتية خلاصة للتوجه الدولي في مجال الطاقة النووية الحالي والمستقبلي.

يبلغ إجمالي عدد المفاعلات النووية العاملة في إنتاج الطاقة الكهربائية حالياً 453 مفاعلاً، وهناك 56 مفاعلاً نووياً تحت الإنشاء بينما يُخطط لإنشاء أكثر من 150 مفاعلاً.

هناك 30 دولة لديها محطات طاقة نووية تعمل لإنتاج الطاقة الكهربائية. وتعد أمريكا أكبر دول العالم إنتاجاً للطاقة الكهربائية من الطاقة النووية بما مقداره 805 تيرا وات ساعة، بما يعادل 20% من إجمالي إنتاج الطاقة الكهربائية بها. تليها فرنسا بما مقداره 379 تيرا وات ساعة وبما يعادل 71.61% من إجمالي طاقتها الكهربائية. تليها اليابان بـ 29 تيرا وات ساعة (3.6% من إنتاجها الإجمالي للكهرباء). أكثر دول العالم التي لديها مفاعلات نووية عاملة لإنتاج الطاقة الكهربائية هي أمريكا، إذ تبلغ 99

من جانب آخر لقد بدأ العالم يدرك مخاطر انتشار المعرفة النووية بتقادم عمر رواد هذه المعرفة من علماء ومهندسين وتقنيين وإمكانات بشرية بشكل عام، دون إحلال كافٍ من الأجيال اللاحقة وذلك بسبب عزوف دول العالم لفترة طويلة عن الطاقة النووية.

ومن أهم مخاطر هذه الظاهرة هو التناقص في أعداد الخبرات اللازمة لاستمرار عمل المنشآت النووية القائمة حالياً بالكفاءة والسلامة نفسيهما. وقد سعت المؤسسات الوطنية للدول المختلفة المعنية بالطاقة النووية في كثير من الدول ومنذ مراحل مبكرة إلى وضع برامج التعليم والتدريب الخاصة بها، وأشرقت على تنفيذها، لمدة أسباب، منها: عزوف الجامعات عن الاستمرار في تبني البرامج الأكاديمية للعلوم والهندسة النووية، وكذلك لضمان جودة مخرجات برامج التعليم والتدريب وهدم الاستفادة من الإمكانيات البحثية لديها وتسخيرها لهذه البرامج.

من، منها قرابة 70% لأمريكا وفرنسا واليابان وروسيا وكوريا الجنوبية فقط، من بين عدد 30 دولة لديها محطات طاقة نووية.

### التطبيقات النووية في المجال الطبي

يأتي استخدام الأشعة السينية لأغراض التشخيص كأبسط مثال وأقدمه في هذا المجال، وأكثره شيوعاً. وقد ساعدت هذه التقنية على تشخيص كثير من الأمراض بواسطة التصوير والتعرف إلى التغيرات التي تحدث لتراكيب الجسم الداخلية. وحديثاً واكبت هذه التقنية تقنيات تشخيصية نووية مختلفة من بينها التصوير باستخدام مبدأ الرنين المغناطيسي، ومن جهة أخرى تستخدم النظائر المشعة بنجاح لأغراض التشخيص الأكثر دقة، وإجراء كثير من الفحوصات، ودراسة بعض وظائف الجسم الداخلية، إلى جانب استخدامها أداة علاجية في هيئة مقننات الأثر مثل المستخدمة عادة في الطب النووي.

كما أن كثيراً من التعاليل الضرورية للكشف عن عناصر في جسم الإنسان توجد بتركيز منخفض جداً يستلزم استخدام الطرائق التحليلية النووية التي من أكثرها حساسية ما يسمى التحليل بالتشيط النيوتروني. بمتابعة نتائج التطور الحاصل في طرق علاج مرض السرطان، يظهر أنه في أوائل القرن العشرين كانت نسبة بسيطة جداً من المصابين بهذا المرض يأملون العيش لفترة وجيزة، أما في عام 1930م فإن 20% تقريباً من المعالجين يعيشون خمس سنوات بعد العلاج، وفي عام 1960م ازدادت هذه النسبة إلى 33%. وفي عام 1970م أصبح 50% تقريباً يعيشون خمس سنين بعد الإصابة، وذلك بفضل الله، ثم بفضل ما تم التوصل له من استخدام طرائق مختلفة للعلاج.

ويشار إلى التطورات الأخيرة، خاصة استخدام



تساعد التقنيات النووية في عمليات استعدين، وباستخدام مقننات الأثر في مراحل استخراج المعادن وعمليات الطحن، وتقييم كفاءة عمل دبابات المعادن الصخرية بعد خروجها من عمليات التدقيق والطحن

مفاعلاً، ثم هرسنا 58 مفاعلاً (14%)، واليابان 42 مفاعلاً.

تعد الصين أكبر دولة لديها مشروعات إنشاء محطات قوى نووية لإنتاج الطاقة الكهربائية بقدرة 247 تيرا وات ساعة (عدد 42 مفاعلاً) وتحت الإنشاء 15 مفاعلاً حالياً.

كمية اليورانيوم المطلوب حتى 2017م هي 65 ألف



وذلك بحقن دم المريض بهذا المركب، إذ يجري امتصاصه في الخلايا السرطانية فقط، وليس في الخلايا السليمة. وبعد ذلك يتم تشعيع الورم بالنيوترونات، فيتم امتصاص النيوترونات بواسطة البورون (B-10)، وتتعلق نتيجة لذلك جسيمات ألفا ونويات الليثيوم (Li-6).

وتعد جسيمات ألفا والليثيوم ذات مدى قصير في داخل الجسم، أي سوف يفقدان طاقتها في مسافة قصيرة (تساوي تقريباً طول قطر خلية واحدة)، مما ينتج منه توليد جرعة إشعاعية عالية في داخل الورم للقضاء على الخلايا المريضة، وبما أن مدى جسيمات ألفا والليثيوم قصيرة، فإن الخلايا السليمة حول الورم لن تتأثر بهما. والفكرة الأساسية هي إعطاء الورم السرطاني أكبر جرعة إشعاعية ممكنة دون التأثير في الخلايا السليمة سواء من حزمة النيوترونات أو أشعة جاما الصادرة أيضاً من التفاعل الرئيس لمصدر النيوترون.

الأشعة الأيونية (ما يعرف بالهيدرون) ولا سيما أيون الهيدروجين، وأفضل منه أيون الكربون ذو الطاقة العالية والقدرة العلاجية المتميزة.

عادة يلجأ الأطباء في علاج السرطان إلى إجراء عملية لاستئصال الورم أولاً، ومن ثم يتبعون ذلك بالتشعيع (التعريض للإشعاعات)، أو العلاج الكيميائي، هذا في حالة إمكانية استئصال الورم، أما إذا كان الورم في أنسجة حرجية، مثل: أنسجة المخ فهذه الطريقة من الصعب استخدامها. وبعد التنشيط النيوتروني للبورون (BNCT) من الطرائق التي تعد مثلى لعلاج هذه النوعية من الأمراض.

وتهدف هذه الطريقة إلى تحميل أكبر خلايا للسرطان دون أن تتأثر الخلايا السليمة.

وتعتمد هذه الطريقة على تركيز مركب يحتوي على البورون (B 10) بنسبة عالية في الورم السرطاني.



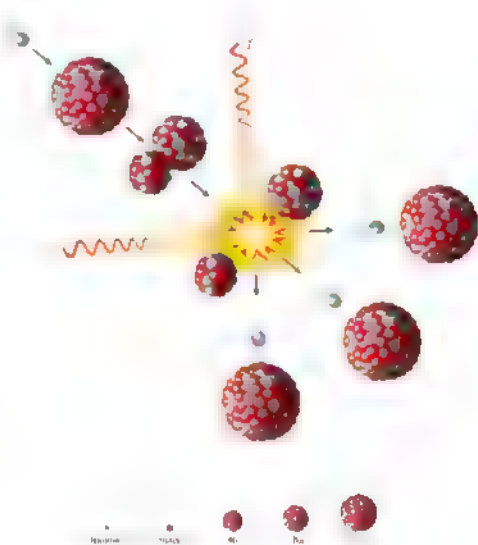
المركبات بتطائر مشعة لها خصائص مينة فإننا نحقق التشعيع المحلي وعلى مستوى الخلية الواحدة، ومن ثم نتجاوز الآثار الجانبية لطرق التشعيع الخارجي كتمريض خلايا طبيعية أو أنسجة كاملة لجرعات إشعاعية لا داعي لها. بالإضافة إلى هذا، يتميز العلاج بهذا الأسلوب بإمكانية منع عودة المرض تماماً وذلك بانقضاء على الخلايا السرطانية المتبقية بعد الاستئصال الجراحي للأورام والتي لا يحققها أي أسلوب علاجي آخر.

يستخدم الإشعاع لتقييم المنتجات الطبية، ولهذا المجال أهمية بالغة، وذلك لملاقته المباشرة بعمق مسحة الإنسان. وتستخدم عادة أشعة جاما في تقنية التقييم بالإشعاع، إذ تفوقت هذه التقنية على كثير من طرائق التقييم الأخرى من حيث كفاءتها، فضلاً عن ذلك فهذه الطريقة يمكن أن تتم عند درجات الحرارة العادية، وهذا له أهميته إذ إن كثيراً من المعدات الطبية تتأثر بدرجات الحرارة العالية، الأمر الآخر هو أن الأداة المراد تقييمها بالإشعاع يمكن أن تدوم ثم تفلت التغليف النهائي، وبعد ذلك يتم تقييمها؛ مما يضمن عدم إمكانية تلوثها مجدداً قبل عملية التغليف، الذي قد يحدث في حالة استخدام طرائق التقييم الأخرى.

### التطبيقات النووية في مجال الثروات المعدنية

يهدف استخدام التقنيات النووية في مجال التعدين إلى استكشاف الخامات الثمينة وتحديد تركيزها وكذلك التحكم في جودة الإنتاج. وتتم عمليات التعدين بأربع مراحل رئيسية هي: التنقيب والاستخراج-والطحن- الفصل- التداول والنقل.

وتساعد التقنيات النووية في عمليات التعدين، وباستخدام مقنيات الأثر في مراحل استخراج المعادن، وعمليات الطحن، وتقييم كفاءة فصل حبيبات المعادن الصخرية بعد خروجها من عمليات التدقيق والطحن



ويعد مقاعل الأبحاث النووي هو أفضل مصدر للنيوترونات المراد استخدامها في هذا النوع من العلاج. وساهم التطور في مجال الهندسة الوراثية في إيجاد نوع من المضادات الحيوية لها خاصية الارتباط بالخلايا السرطانية دون الخلايا الطبيعية. وعندما تربط هذه

بدأ العالم يدرك مخاطر اندثار المعرفة النووية بسلام عمر رواد هذه المعرفة من علماء ومهندسين وبغبيين وإمكانات شريرة بشكل عام، دون إحلال كافي من الأبحاث اللاحقة وذلك بسبب عروم دول العالم لفترة طويلة عن الطاقة النووية



تؤكد جميع الدراسات التي أجريت على المياه الملوثة أن الإشعاع بشكل وسيلة فاعلة لإزالة الملوثات بجمع أ.هـ. ع.ف. ومن ثم إعادة استخدام تلك المياه للأغراض المختلفة

ومعايرة أجهزة قياس كمية تدفق الحبيبات الصخرية (مقياس الكثافة ومقياس السريان الكهرومغناطيسي) أثناء نقلها بواسطة الأنابيب بين الوحدات في المصنع. تستخدم التقنيات النووية في التنقيب عن الزيت، إلى الحصول على بيانات تؤدي إلى فهم أعمق وأفضل لحيولوجية الطبقات، وتحديد وتقدير كميات الزيت والغاز في الحقول، ويمكن أن يحدد باستخدام



## التقنيات النووية

هيدروجينية. وتحديد تركيز ونوعية العناصر في ملوثات الشواطئ التي تؤثر في الأحياء البحرية.

ومن أهم الملوثات التي تساهم فيها الطرائق التحليلية النووية بشكل فاعل هي دراسة تركيز العناصر في المواد الدقيقة الطائفة، وهي خليط من الحبيبات الصلبة والسائلة العالقة بحالة غازية، وتراوح أحجامها حول 10 ميكرو مترات، وهذه الحبيبات تؤثر بشكل مباشر في صحة الإنسان خاصة في المدن الكبيرة

وتساعد تقنيات التحليل التتويية في تحديد تركيز العناصر الكيميائية في المواد الدقيقة الطائفة بدقة، بل تمتد الطرائق الرئيسية في هذا المجال. ومن هذه العناصر على سبيل المثال: الرصاص، والألنيوم، والكلور، والحديد، والزنك.

كما تستعمل مقننات الأثر في دراسة انتشار الغازات الصناعية في الأجواء، ودراسة ديناميكية انتشار الملوثات وتركزها في المناطق المعلقة، مثل: الأنفاق، ومناطق العمليات الصناعية، والمباني.

تلقى قضية تلوث المياه اهتماماً كبيراً على المستوى العالمي، خاصة مياه الصرف الصحي والصناعي التي لا تحظى بالمعالجة الكافية لتقيتها قبل صرفها إلى الأرض أو البحر.

ومع تزايد الطلب على المياه في جميع أنحاء العالم؛ نقلة الموارد المائية، فقد اتجه التفكير إلى إعادة استخدام مياه الصرف بعد تقيتها من الملوثات السامة والميكروبات في الزراعة وغيرها، لكن الطرائق التقليدية في تقيية مياه الصرف في محطات الصرف الصحي والصناعي المستخدمة حالياً لا تضمن التقيية المطلوبة، وتسبب في أضرار كثيرة للتربة، والمياه الجوفية، إذ يوجد في تلك المياه كثير من المواد الكيميائية السامة، وكثير من أنواع الميكروبات، التي تتزايد نتيجة الوسط المناسب المقدي لها في تلك المياه.

- نوع وكمية السوائل البترولية في الحقل.

- نمادية الصخور الرسوبية وعلبية تكوينها.

- نوعية تربة الصلصال التي تحتوي على المواد الهيدروكربونية.

- التكوينات المعدنية.

- استخدام النيوترونات لتحديد المسامية.

وتستعمل مقننات الأثر لدراسة حركة السوائل (الماء، والبخار، والزيت، والغاز) في آبار الزيت، وهذه الدراسة تهدف إلى الحصول على معلومات عن معدل السريان وانتقال الزيت داخل تكوينات صخرية غير مرغوبة. كما تستخدم مقننات الأثر في الكشف عن التسريبات في أنابيب نقل الزيت الخام سواء الأنابيب فوق سطح الأرض أو المدفونة.

## التطبيقات النووية في المجال البيئي

يهدف استخدام تقنيات التحليل النووية في مجال البيئة إلى تحديد نوع العناصر في العينات، وكمية تركيزها، وتركيبها الكيميائي.

وتعتمد هذه الطرائق في تحديد تركيز ونوعية العناصر في ملوثات الهواء، التي تتألف من ثاني أكسيد الكبريت، وأول أكسيد الكربون، ومواد دقيقة طائفة، وأكسيد النيتروجين، والأوزون، والرصاص، ومركبات

تساهم الانقسات النووية في زيادة معدلات الإساح وجودته، وفي توفير الطاقة والأرباح العظيمة، ومن ثم، خفض التكاليف ويسهل ذلك مجالات صاعدة كثيرة

قد اتجه كثير من الدول إلى إنشاء محطات تنقية المياه باستخدام الإشعاع، كذلك أقيمت المحطات التي تستخدم الإشعاع لتعقيم رواسب محطات الصرف الصحي، التي تجفف وتستخدم سماداً لتغذية النباتات، ولكنها تحوي كمّاً هائلاً من الميكروبات المرضية، ولا يمكن تعقيمها إلا باستخدام الإشعاع وتؤكد جميع الدراسات التي أجريت على المياه الملوثة أن الإشعاع يشكل وسيلة فاعلة لإزالة الملوثات بجميع أنواعها ومن ثم إعادة استخدام تلك المياه للأغراض المختلفة.

#### تطبيقات التقنيات النووية في الزراعة

يستخدم الإشعاع في استنباط سلالات جديدة من النبات، إذ يمكن تحسين فاعلية مقاومة النباتات للظروف البيئية الحرجة (مثل: الجفاف، والملوحة، والصقيع، ودرجة الحرارة العالية أو المنخفضة) وكذلك حماية التنوع الأحيائي في أنواع النباتات المزروعة وأصنافها، ولا سيما المهددة بالانقراض، وأيضاً الحصول على سلالات معددة الهوية تتصف بخصائص إنتاجية ووصفية مناسبة، ومقدرة ومتميزة في تحمل العوامل البيئية الحرجة. كما يمكن تحسين القيمة الغذائية وزيادة إنتاجية بعض المحاصيل باستخدام تقنية التشعيع.

يستخدم الإشعاع في استنباط سلالات جديدة من النبات لتحسين فاعلية مقاومة النبات للظروف البيئية الحرجة، وكذلك حماية التنوع الأحيائي في أنواع السلالات المزروعة وأصنافها

كما أن هناك نوعين من المواد الكيميائية السامة: عضوية وغير عضوية. ومن أمثلة المواد العضوية في المياه والتي تسبب في أمراض سرطانية بعض المواد الهيدروكربونية المتحددة مع الكلور الذي يستخدم لتغذية المياه من الفيروسات والبكتيريا العالقة بها، كما يوجد في مياه الصرف كثير من المنظمات الصناعية والريوت والشحوم والفينولات وغيرها، والمواد غير العضوية، مثل: الرصاص، والكالسيوم، والزنك، ولا يقتصر الأمر على مياه الصرف الصحي والصناعي، بل إن مياه الشرب أيضاً، وللاستخدام الكلور في تعقيمها من الميكروبات فإن بعض المواد العضوية الموجودة في المياه (humic substances) قد تتحد مع الكلور وتكون مواد سامة مسرطنة مثل (tri halomethanes, THHs).

وقد اتجه التفكير منذ أوائل السبعينيات في البحث عن طرائق بديلة وأكثر فاعلية للحصول على مياه خالية من الميكروبات والكيماويات السامة، وقد تمت منذ ذلك الوقت دراسة تأثير أنواع مختلفة من الإشعاعات للقضاء على المواد الحبيوية والكيماوية الموجودة بالمياه الملوثة، وقد استخدمت كل من أشعة جاما والأشعة فوق البنفسجية والأشعة السينية وأشعة الإلكترونات لتحقيق ذلك الغرض، وقد وجد أن تأثير الإشعاع في المياه يخلق ما يسمى الجذور الحرة التي تستطيع أن تؤكسد كثيراً من المواد العضوية السامة في المياه، كذلك وجد أن الإشعاعات لها تأثير فاعل وقاتل للميكروبات بجميع أنواعها الموجودة في المياه الملوثة، كما وجد أن المواد غير العضوية السامة في المياه الذاتية، مثل: مركبات الرصاص والصدويوم والزنك يمكن إزالتها من المياه عن طريق ترسيبها عند تعرضها إلى الإشعاع، وتم بعد ذلك إزالتها بالتشعيع.

ومطابقاً لجميع الدراسات التي أظهرت الفوائد الكثيرة لاستخدام الإشعاع في تنقية المياه من المواد السامة،



المختلفة بدءاً من البهارات إلى الحبوب ولحوم الدواجن منزوعة العظام والمواكه والخضر. ويطبق عدد من هذه الدول عملية التثمين لتحقيق أغراض تجارية. ويرجع اهتمام الحكومات في العملية التثمينية إلى عدة أسباب تتعلق بالخسائر الجسيمة التي تكبدها باستمرار نتيجة إصابة المحاصيل بالحشرات والتلوث الميكروبي والفساد، إذ قدرت منظمة الأغذية والزراعة أن نحو 25% من إنتاج الأغذية بمقد على مستوى العالم يهدد الحصاد أو القطف بسبب الإصابة بالحشرات والبكتيريا والقوارض. ومع أن تنمية الحفظ بالتثمين لن تحل مفردة مشكلات حسائر ما بعد الحصاد، فهي تؤدي دوراً مهماً في تخفيض حجم هذه الحسائر. وتقليل الاعتماد على مبيدات الآفات الكيميائية. وتوفير الطاقة. من ناحية أخرى، تساعد تقنية حفظ الأغذية بالتثمين في الحفاظ شكل غير مباشر على الموارد الطبيعية، ولعل من أهمها الماء المستخدم في الري.

ينطوي حفظ الغذاء بالتثمين على معالجته بأحد أشكال الطاقة. وتتضمن العملية تعريض الغذاء المسائب أو الملف إلى مقادير من الإشعاعات المؤينة تتم مراقبتها بدقة مدة معينة حتى تتحقق فيها صفات معينة مستحبة. وبغض النظر عن طول مدة المعالجة وعن مقدار جرعة الطاقة المنتهية، لا يمكن للعملية أن تزيد مستوى النشاط الإشعاعي الطبيعي الموجودة أصلاً في الغذاء، بل يمكنها من خلال تغيير البنية الجزيئية منع انقسام الخلايا الحية كالمخلايا البكتيرية وخلايا الأحياء الأعلى رقياً. ويمكن لها أيضاً أن تثبط اكتمال نضج بعض الفواكه والخضر من خلال تفاعلات كيميائية حيوية تأخذ مجراها في العمليات الفسيولوجية بالتمج النباتية. ويرداد الاهتمام بتقنية تثمين الأعذية ازدياداً مطرداً ليشمل العالم بأسره.

وقد أقرت السلطات الصحية وسلطات السلامة في أكثر من 37 دولة تثمين نحو 40 نوعاً من أنواع الأغذية

- منع التريع.
- التطهير من الحشرات والديدان.
- التحكم في الطمليات.
- إطالة عمر التخزين من دون مبردات.
- إطالة عمر التخزين بالمبردات.
- القضاء على الكائنات المسببة للأمراض.
- تقليل الحمل الميكروبي.
- التعقيم.

### التطبيقات النووية في مجال القضاء على الحشرات

يستخدم الإشعاع وينجح في القضاء على أنواع من الحشرات التي تشكل تهديداً كبيراً للمحاصيل مثل: ذبابة الفاكهة، إذ يؤدي الإشعاع إلى تعقيم دكور تلك الحشرات، ثم بعد إطلاقها في المناطق التي توجد بها تلك الحشرة لا تنتج من التزاوج أجيال جديدة من الحشرات، وتقل تدريجياً أعداد تلك الحشرات في تلك المناطق. وقد نجحت هذه التجربة في عدد من الدول مثل الولايات

ولا ينتج من العملية التثعمية عموماً سوى القليل جداً من التغيرات الكيميائية التي تأخذ مجراها في الغذاء، ولم يعرف عن أي من هذه التغيرات أنها مؤذية أو خطيرة. وأوصحت البحوث الكثفة أن عناصر التغذية الرئيسة كالبروتينات والمواد الكربوهيدراتية والدهنة ثابتة سبباً تحت تأثير الجرعات التثعمية حتى مستوى 10 كيلوجراي.

أما عناصر التغذية الصفري، وبخاصة الفيتامينات، فهي حساسة لأية طريقة معالجة غذاء بما في ذلك التثعيم. وقد طعنت لجنة الخبرة المشتركة (بين منظمة الأغذية والزراعة ومنظمة الصحة العالمية والوكالة الدولية للطاقة النووية) هذه المسائل ومسائل أخرى، وذكرت في استنتاجاتها في عام 1980م أنه لا تنتج من التثعيم مشكلات تغذية ممية.

### تأثيرات إشعاعية إيجابية

يمكن تلخيص التأثيرات الإشعاعية الإيجابية في الأغذية في الآتي،



#### البيماريات طويلة العمر.

ولعل التصوير الإشعاعي هو أحد أشهر أنماط الاختبارات اللا إتلافية. ويستخدم لهذا الغرض عدد من التقنيات التي تتمتع في الغالب على مصادر إشعاعات جاما أو النيوترونات ولكل منها التطبيقات الخاصة بها.

وقد اتسعت مجالات استخدام هذه التقنيات في الصناعة لما توفره من سهولة في الاستخدام وصيانة بسيطة، وخفض لتكلفة التشغيل، وعدم الحاجة إلى تحضير عينات للفحص، وكل هذه العوامل مهمة في الصناعة التي تتطلب إلى طاقة إنتاج مرتفعة، مع توفير في الوقت والمعالجة المطلوبة، واستهلاك الطاقة، إضافة إلى تقديم منتجات ذات جودة عالية.

والتصوير بأشعة جاما يعتمد على مبدأ الاختراق والامتصاص والارتداد، فكلما زادت السماكة زادت الامتصاصية لأشعة جاما. وتستخدم على سبيل المثال في التأكد من خلو مواضع اللحام والصناعات الخفيفة والسيارات وغيرها، من أي شقوق أو فراغات.

أما التصوير بالنيوترونات فهو يعتمد على مبدأ الارتداد والتمشيد، وهذا يرتبط في الأساس بكثافة المواد، ولهذا السبب فإن استخدامات هذه التقنية هي في الغالب لقياس نسب المواد في مزيج من المواد المنخفضة والمرتفعة الكثافة مثل الخلطات الإسفلتية.

وتستخدم تقنيات القياس النووية على نطاق واسع في الصناعة بكل أنواعها، وهي تعتمد على إشعاعات بيتا وجاما التي تصدرها النظائر المشعة. فهناك على سبيل المثال أجهزة لقياس السماكة في مصانع إنتاج الألواح البلاستيكية، ومصانع الورق والفولاذ، وغيرها؛ إذ تكون هناك صعوبة في أخذ عينات للفحص من خطوط الإنتاج المتصلة.

أما أجهزة قياس الكثافة فتستخدم مثلاً للتحكم في نسب المواد الداخلة في إنتاج المتطفات أو المواد الغذائية

المختدة الأمريكية، إذ قضي على سوسة الفطن التي كانت تتسبب بالمحصول سنوات طويلة، كذلك تم القضاء على دبابية الساكنة في أحد أنواع الفاكهة المتداولة في اليابان بشكل تام، كما تم استخدام هذه التقنية في شمال إفريقيا للمضاء على أحد أنواع الديدان التي تسمم الماشية وتقتل بها.

#### التطبيقات النووية في المجال الصناعي

تساهم التقنيات النووية في زيادة معدلات الإنتاج وجودته، وفي توفير الطاقة والأيدي العاملة، ومن ثم تعميق التكاليف. ويشمل ذلك مجالات صناعية كثيرة، مثل: صناعات النسيج والزجاج والمواد الكيماوية والبتروكيماوية وإنتاج المولاد وغيرها.

#### تطبيقات التقنيات النووية

من أمثلة التطبيقات الصناعية التي تستخدم فيها التقنيات النووية

- تحسين خصائص المواد بالتشعيع.
- تعقيم المنتجات الطبية باستخدام أشعة جاما.
- الاختبارات اللا إتلافية للمواد.
- اختبارات التصوير الإشعاعي.
- المراقبة والتحكم باستخدام النظائر المشعة كمقومات أثر أو كمكونات لأجهزة قياس المناسيب والكثافة والسماكة وغيرها.

يستخدم الإشعاع وسحاح في القضاء على أنواع من الحشرات التي تشكل تهديداً كبيراً للمحاصيل مثل دابة العاكة، إذ يؤدي الإشعاع إلى تعقيم ذكور تلك الحشرات



تتوجب الصناعة إيجاد جزيئات لمركبات بوليمرية بأحجام صغيرة جداً إلى أقل من الميكرون، ومن أمثلة التطبيقات الصناعية لهذه التقنية عملية الربط للمواد البوليمرية لتحسين المواصفات الميكانيكية وعملية المعالجة لأغراض التغطية والطباعة وعملية التقييم للأدوات الطبية البلاستيكية.

وتستخدم هذه التقنية دول أوروبية كثيرة، مثل: فرنسا، وألمانيا، وبولندا، والدول الإسكندنافية، ودول شرق آسيوية، مثل: الصين، وماليزيا، وإندونيسيا، واليابان.

إن طبيعة الروابط الكيميائية الناتجة من استخدام الأشعة المؤينة تختلف عن نظيراتها الناتجة من استخدام المواد الكيميائية، هذا بدوره يعطي مناعة خاصة في بعض الأحيان للمواد البوليمرية ضد العوامل البيئية الملتصقة مثل الحرارة المرتفعة وغاز الأوزون وغيرهما.

وهذه المناعة تصفي على المواد البوليمرية المعالجة بالتشعيع صيغة تجارية عالية لا يمكن مضاهاتها

وغيرها. أما أجهزة قياس المتناسيب فهي تستخدم في الأماكن التي تكون درجة الحرارة أو الضغط فيها مرتفعين أو في وجود مواد مؤكسدة أو أكالة لا يمكن فيها استخدام أجهزة قياس ذات اتصال مباشر.

يمكن تعريف تقنية المعالجة الإشعاعية للمواد بأنها تقنية إيجاد أو تحسين منتجات تجارية عملية باستخدام جرعات عالية من الأشعة المؤينة. وتأثير الأشعة المؤينة في المواد البوليمرية على سبيل المثال يخلب عليه طامعان بشكل عام أولهما هو أن الأشعة تؤدي إلى إيجاد روابط كيميائية بين جزيئات البوليمر. وهذه الروابط بدورها تؤدي إلى تحسين المواصفات الميكانيكية والمناعة للظروف المناخية للبوليمر المعالج مما يعطيه قيمة تجارية عالية.

الطابع الثاني هو أن الأشعة تؤدي إلى تكسك الروابط الكيميائية بين جزيئات البوليمر وهي ظاهرة أقل شيوعاً من الأولى. وتبرز فائدة هذه الظاهرة عندما



فإن استخدام التقنية النووية يأخذ بعداً آخر في محاولة التعرف إلى خيوط الجريمة، وذلك بالتجليل الكمي والنوعي غير الإنتلاحي للعينات المجمعة من مكان الحادث، ولذلك فإن مختبرات الجريمة الحديثة تستفيد من عدد من الطرائق العلمية الحديثة بما فيها التقنية النووية

والطرائق النووية ماهي إلا نوع من أنواع الطرائق التحليلية المختلفة والمتواهرة في مختبرات الجريمة إذ يتم استخدامها في التحقيق في حالات الجريمة المهمة.

### استخدام طرائق التحليل النووية

يمكن استخدام طرق التحليل النووية في كثير من الحالات التي من أهمها:

- التحقق من إمكانية وجود عناصر سامة في عينات من تشريح الجثث أو الأغذية أو الأدوية.
- التعرف إلى وجود كميات غير قانونية من عناصر معينة في الأغذية أو الأدوية (على سبيل المثال كمية الرثيق في بعض المخلبات).
- التعرف إلى إمكانية وجود ترسيبات أو تلوث ناتج من إطلاق أعيرة نارية سواء كانت على الأيدي أو الملابس أو أي أسطح أخرى.
- التعرف إلى المكان الأصلي للدواء أو التربة أو الأعيرة النارية.
- مقارنة العينات المجمعة من مكان الجريمة مع تلك المأخوذة من المتهمين مثل الشعر، والأظفار، والدم، والطلاء، والزجاج، والأدوية... إلخ.

ربما يكون أكبر عائق للتقنية النووية في علم الجريمة هو في الواقع وجود قلة من المختبرات المتخصصة في هذا المجال في العالم، التي لديها الإمكانيات الضرورية (مثل تواهر المفاعل الذري البحثي) لاستخدام هذه التقنية.

خلال طرائق نووية معقدة يمكن الكشف عن المتفجرات التي عادة ما تصنع من مواد كيميائية يصعب الكشف عنها، لسهولة إحداثها بين الأصعب

بالمطرق الكيميائية التقليدية. إن سر نجاح تقنية التثمين في الصناعة يكمن في قدرة جرعات إشعاعية صغيرة على إيجاد تغيرات كيميائية ضخمة.

### التطبيقات النووية في مجال الكشف عن الجريمة

تساهم التقنية النووية في الكشف عن الجريمة بطرائق مختلفة ومنذ عدة عقود. فمنها ما هو مأثور لدى كثير من المسافرين في المطارات، إذ تقوم كواشف المواد التي تعتمد في معظمها على الأشعة السينية بالتعرف إلى الأسلحة والأموال الحادة المخبأة في الأمتعة وحلائفها، ومن ثم إيقاف الجريمة قبل وقوعها. إلا أنه من خلال طرائق نووية معينة يمكن الكشف عن المتفجرات التي عادة ما تصنع من مواد كيميائية يصعب الكشف عنها؛ لسهولة إحداثها بين الأمتعة. أما في حالة نجاح المجرمين في تمييز جريمة معينة،

ربما يكون أكبر عائق للتقنية النووية في علم الجريمة هو في الواقع وجود قلة من المختبرات المتخصصة في هذا المجال في العالم، التي لديها الإمكانيات الضرورية



شهد عالمنا نغترأ سريعاً وبمواً سكانياً  
مطرذاً خلال القرنين الأخيرين، إذ أدب  
الطورات العلمية والقمرات الهائلة في  
مجالاب الطاقة، الطب، الزراعة، النقل،  
وعبرها إلى تصاعد معدلات الولادة، إطالة  
الأعمار، وتقليل معدلات الوفيات  
وبرامب تلك الطفرة السكانية مع ازدياد  
الطلب على المصادر اللازمة لدعم هذه  
الأعداد المتنامية، وهذا ما جعل الحصول  
على مصادر الطاقة المستدامة أولويةً  
بمهور حولها رؤى الدول وخططها  
السموية

ولقد تصاعد هذا الاهتمام مع بروز أزمة  
الطاقة على الساحة في سبعينيات هذا  
القرن، ونتيجة لسمو الطلب العالمي على  
السمو بنحو مليون برميل سوباً  
بالنظر إلى واقع الطاقة في المملكة  
العربية السعودية، نجد أن الاستهلاك  
المحلي يبلغ نحو 3 ملايين برميل سمط  
يوماً وبمعدل 04 برميلاً سوباً للفرد  
الواحد، ومن المتوقع ارتفاع الاستهلاك  
المحلي إلى 8 ملايين برميل سمط بحلول  
عام 0302م مع ازدياد النمو السكاني  
الملحوظ الذي يُقدّر بنسبة 3%<sup>1</sup>

مكلف ستواجه المملكة العربية السعودية  
هذا الطلب المبراب على الطاقة؟

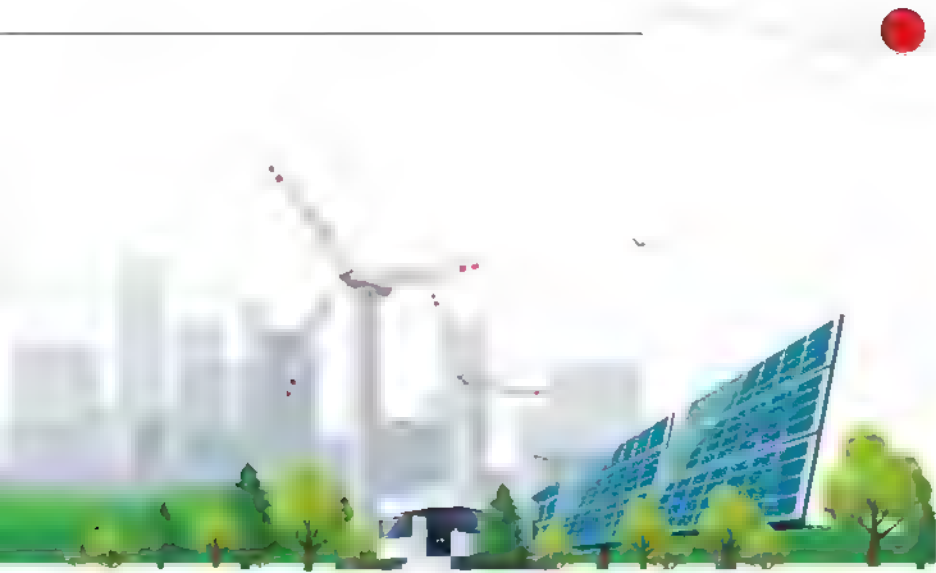
مستقبل الطاقة النووية النظيفة

# في المملكة العربية السعودية

41



د. فارس علي بوخمسين  
الرئيس التنفيذي لمجموعة السعودي العلمي



الموصول على الطاقة والمياه المحلاة فقط. وتأتي الطاقة الذرية بديلاً مهماً ضمن منظومة الطاقة المحلية كأحد أكثر البدائل استدامة وصداقة للبيئة<sup>(3)</sup>.

### الطاقة الذرية

تتألف الذرات من النيوترونات والبروتونات داخل النواة والإلكترونات، وترتبط بعضها ببعض نتيجة لإحدى القوى الفيزيائية الأربع الأساسية وهي القوى النووية الضعيفة التي تتميز بطاقتها العالية، إذ تتحرر طاقة هائلة عند تكسر هذه الروابط وفقاً للمعادلات الفيزيائية التي تنص على تحول كمية صغيرة من المادة إلى مقدار كبير من الطاقة في عملية الانشطار النووي.

ويشكل عنصر اليورانيوم الوقود الأساسي لمحطات توليد الطاقة عبر الانشطار النووي، وتعد نظائر اليورانيوم U 235 هي المستخدمة فعلياً وهدواً نوعياً أسهولة أنشطاراتها تحسب طرق معالجة وإنتاجها للكثير من الطاقة. ويتطلب ذلك مرور اليورانيوم الخام بعملية تخصيب اليورانيوم لاستخلاص النظائر، ومن ثم تشكيلها في هيئة

جاء الجواب في مرسوم ملكي أصدره الملك عبدالله بن عبدالعزيز - رحمه الله - في عام 2010م، ونص على ضرورة تطوير الطاقة الذرية لتلبية احتياج المملكة المتنامي للطاقة لتوليد الكهرباء وتحلية المياه: لتشأ على إثره مدينة الملك عبد الله للطاقة الذرية والمتجددة بهدف بناء مستقبل مستديم، ومتوازن للطاقة، وذلك وفقاً لخطط مبنية على دراسات وأبحاث موسعة تحرس على الاستفادة من التقنيات المتقدمة والاستثمار الأمثل لموقع المملكة الجغرافي والعوامل البيئية<sup>(2)</sup>.

تأتي اليوم رؤية المملكة 2030 لتولي قطاع الطاقة أهمية قصوى، إذ توجه المملكة إلى تقليص الاعتماد على المصادر التقليدية للطاقة كالفحم والغاز الطبيعي، وتوجه لبناء مزيج من الطاقة التقليدية، المتجددة، والبدئية، بما يؤمن مستقبلاً مزدهراً للأجيال القادمة ويلبي الطلب المطرد على الطاقة والمتوقع أنه سيتعدى 120 جيغاوات بحلول عام 2032م، وذلك دون استفاد الموارد الهيدروكربونية الناضبة، بل استثمارها في الحواثب الصناعية، فضلاً عن استهلاكها في



كما اعتمدت في مارس الماضي السياسة الوطنية لبرنامج الطاقة الذرية في المملكة العربية السعودية، والتي تؤكد حصر الأنشطة التطويرية الدرية على الأغراض السلمية وفق الأطر والمعاهدات الدولية، إضافة إلى الالتزام التام بالشعافية في الجوانب التنظيمية والتشغيلية، وتحقيق الاستفادة عبر الاستغلال الأمثل للموارد الطبيعية الوطنية وإدارة النفايات المشعة، مع تحقيق المعايير الأمنية في المرافق النووية والإشعاعية ضمن إطار تنظيمي ورقابي مستقل<sup>(5)</sup>، ويأتي اعتماد السياسة الوطنية تماشياً مع أهداف المشروع الوطني للطاقة الذرية.

### المشروع الوطني للطاقة الذرية

نبوليت الدراسات والأبحاث المستقصية التي قامت بها مدينة الملك عبدالله للطاقة الذرية والمتجددة عن المشروع الوطني للطاقة الذرية<sup>(6)</sup>، الذي يسعى إلى إدخال الطاقة الذرية مصدراً رئيساً ضمن مزيج الطاقة المحلي لتحقيق أحد أهداف رؤية 2030 التي تتمثل في تنويع مصادر الطاقة وتعزيز دور المملكة الريادي

قصبان الوقود النووي ضمن المعامل النووي.

يُقدّر احتياطي المملكة من اليورانيوم ما يعادل 6% من الاحتياطي العالمي<sup>(3)</sup>، ويُستخرج ثلثي اليورانيوم من مناجم كازاخستان، قنجا، وأستراليا، ولا يُسمع بتصديره إلا للدول المشاركة بمعاهدة الحد من انتشار الأسلحة النووية التي تُشرف عليها الوكالة الدولية للطاقة الذرية لضمان الاستخدام السلمي للوقود النووي، ولقد شاركت المملكة في هذه المعاهدة منذ عام 1988م<sup>(4)</sup>.



تأتي اليوم رؤية المملكة 2030 لتوحي قطاع الطاقة أهمية قصوى، إذ توجه المملكة إلى تقنيس الاعتماد على المصادر التقليدية لطاقة كالمسط والغاز الطبيعي، وسنة لساء مزيج من الطاقة التقليدية والمتجددة

ولقد احترت ثلاثة أماكن محتملة لبناء المفاعلات وفقاً للدراسات والمعايير الفنية، وهي مدينة الحسل الواسعة على الخليج العربي ومدينتا تبوك وحارث على البحر الأحمر، ومن المقرر طرح عقود بناء أول مفاعلين نوويين يبلغ مجموع إنتاجهما 2.8 جيغاوات في نهاية العام الحالي<sup>(7)</sup>.

## 2- توطين تقنيات المفاعلات الذرية الصغيرة المدمجة وبنائها،

يتيح المكون الثاني للمشروع للمملكة تملك تقنيات المفاعلات النووية الصغيرة المدمجة وتطويرها، وهي تُستخدم عادةً في محطات تحلية المياه والتطبيقات الحرارية المتعلقة بالصناعات البتروكيميائية، إذ تبني في أماكن متفرقة عن الشبكة الكهربائية تبعاً لمتطلباتها، ومنها المفاعلات النووية المدمجة الصغيرة عالية الحرارة

في مجال الطاقة، ويأتي المشروع ممكناً لدخول المملكة المجال النووي السلمي، ويتمثل المشروع في أربعة مكونات أساسية تضمن توطين مجال الطاقة الذرية وفق أعلى المعايير الفنية التقنية والأمنية

### 1- المفاعلات النووية الكبيرة

أول مكون هو بناء المفاعلات النووية الكبيرة، ويشمل ذلك بناء 16 مفاعلاً نووياً خلال العشرين سنة المقبلة بقدرة تصل إلى 17 جيغاوات، أي ما يعادل 20% من مجمل الطاقة المولدة في المملكة بحلول 2040م. ويشمل هذا المكون دراسة تقنيات المفاعلات النووية وإجراء الدراسات الفنية للتصاميم الهندسية، وإحباط المواقع الجغرافية ونهيتها لبناء محطات الطاقة الذرية بالمملكة، وإشياء الشركة النووية القابضة التي ستشرف على تشغيل هذه المفاعلات النووية وإدارتها.







أول تكديس للمسرورع البيطري لنظمته  
لدراسة ساء المفاعلات النووية الكبرى  
وسيسجل ذلك بدء 10 مفاعل نووية  
تدعى المعسرورع سببه انقضت خبرته  
سجلت 17 خبوات امميا على  
70% من عمل الطغمة انقضت من  
تتملكه سبوا 2040 م

والميردة بالفاز ومفاعلات تقنية سمارت، وهي من تقنيات  
الحيل الرابع الحديثة في المجال ولقد وقعت مدينة الملك  
عبدالله للطاقة الذرية والمتجددة اتفاقية تعاون مع معهد  
أبحاث الطاقة النووية الكوري بهدف تأسيس الشراكة في  
تقنية مفاعلات سمارت المدعمة وبناء القدرات البشرية.

### 3- دورة الوقود النووي،

يتعمد المكون الثالث حول إنتاج الوقود النووي وتحقيق  
الاكتفاء الذاتي في جانبي الحبرات والموارد، وذلك بتأهيل  
علماء سعوديين والعمل على تدريبهم، وتطويرهم، وتوظيف  
خبراتهم المكتسبة في برامج تسهم في تمويل تقنيات إنتاج  
أوكسيد اليورانيوم وإعداد برامج الاستكشاف والتنقيب  
عن اليورانيوم والثوريوم في المملكة

### 4- التنظيم والرقابة،

يأتي المكون الرابع بالنواري مع المكونات الثلاثة السابقة  
لتأكيد جانب الأمن والسلامة والحفاظ على البيئة  
وسلامة الأفراد، سواء العاملين في المنشآت أو الذين  
يسكنون في محيط المنشآت النووية، وذلك من خلال  
متابعة كميات الإشعاع وضمان عدم تجاوزها للجرعات  
الأمنة المعتمدة دولياً، وكذلك الحفاظ على سلامة  
المنشآت النووية والتأكد من استيعابها للمعايير الفنية  
والأمنية العالمية بدايةً من اختيار مواقع بنائها التي  
تضمن سلامتها خلال الكوارث الطبيعية كالزلازل  
والفيضانات، وانتهاءً بمتابعة نشاطها بشفاقة عالية.  
لتحقيق ذلك، سبب مدية الملك عبدالله للطاقة  
الذرية والمتجددة إلى تأسيس الهيئة السعودية لتنظيم  
الطاقة الذرية بوصفها هيئة رقابية مستقلة في عام  
2014م<sup>(8)</sup>، وتعمها توقيع اتفاقية مع الهيئة الملندية  
للسلامة النووية والإشعاعية بهدف تدريب العاملين،

وقعت مدينة الملك عبد الله سبب  
الدراسة واستخدمه انقاضه لغايات مع  
مجلس نواب الطامه اسبوبة اخو  
بهدم تأسيس اسبوبة من سبب  
عفويات سمريت المد سبب  
لقد سبب

إن فكرة أن المياه متوافرة – إذ يعطي نحو 70% من كوكب الأرض – حاطة، لأن نسبة المياه العذبة تبلغ 2,5% فقط، وهذا المورد المحدود يجب أن يدعم حياة 9,7 مليار سمة بحسب التوقعات عام 2050م

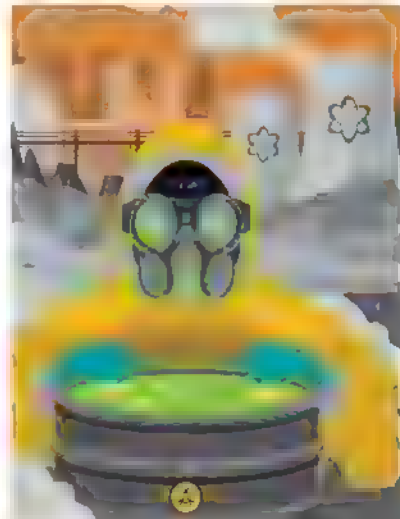
اليورانيوم غير المحوّل إلى جانب عناصر أخرى مثل البلوتونيوم والكوريوم تبقى مُشعة لفترات طويلة جداً، كما أن محطات الطاقة ذاتها تتحول في نهاية الأمر إلى نفايات مُشعة عند انتهاء عمرها الافتراضي، ما يتطلب التخلص منها بمناية فائقة<sup>(10)</sup>.

لكن بالمقارنة مع المخاطر الأخرى الناتجة عن استهلاك الوقود الأحفوري والانبعاثات الناتجة عن احتراقه، نجد أن هناك تقارباً في نسب الخطر لكل منهما، بل تُرجح الكفة أحياناً لمصلحة الطاقة النووية في كونها الأقل خطراً<sup>(11)</sup>، كما أن الاستفادة من الخبرات العلمية والتقنيات الحديثة بما فيها الذكاء الاصطناعي والروبوتات من شأنها أن تسهم في رفع مستوى السلامة

الاستفادة من الخبرات العلمية والتقنيات الحديثة بما فيها الذكاء الاصطناعي والروبوتات من شأنها أن تسهم في رفع مستوى السلامة وتحقيق أعلى مستويات الأمان النووي، والكفاءة، والاستدامة، والنمو الاقتصادي

وانشاء معايير السلامة. كما تحددت اتفاقية أخرى في عام 2016م مع هيئة الأمن والسلامة النووية في كوريا الجنوبية، بهدف تعزيز التعاون في مجالات تنظيم السلامة النووية، والصناعات والحماية البيئية، والحماية من الإشعاع، والبحوث ذات الصلة والتي من شأنها خدمة المشروع الوطني للطاقة الذرية<sup>(9)</sup>.

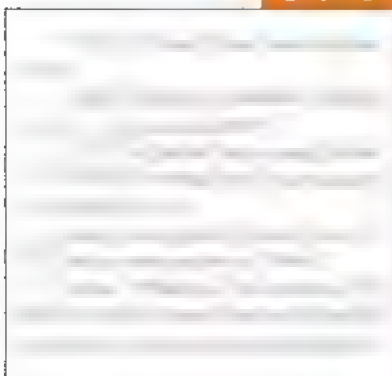
تُشكل مسألة الأمن والسلامة الإشعاعية محوراً جوهرياً في مجال الاستخدام السلمي للطاقة الذرية بالمملكة، فعلى الرغم من جعل الطاقة النووية من أكثر المصادر صداقةً للبيئة بوصف أن التفاعل النووي نفسه لا يطلق الفازات الدفينة، إلا أن نسبة ضئيلة من ثاني أكسيد الكربون تنبعث من المنشآت النووية بطريقة غير مباشرة خلال عمليات بناء المحطات وتقنياتها. كما أن خطر التشاطب الإشعاعي ليس مرتبطاً بالحوادث النووية فقط، بل إن النفايات المشعة بذاتها تعد مشكلة في كيفية التخلص منها وتخزينها، فمخلفات





وتحقيق أعلى مستويات الأمان النووي، والكفاءة، والاستدامة، والنمو الاقتصادي. ومن خلال تركيز العمل على ذلك متصل المملكة العربية السعودية بلا شك إلى تحقيق رؤيتها في بناء اقتصاد مزدهر، استثماراً فعالاً.

#### المملكة



مع التقدم الصناعي والاجتماعي والتفاني  
 بزداد الحاجة المسمرة إلى الطاقة.  
 مي ظل تخوف العالم من صوب مصادر  
 الطاقة التي عزمها مي القرن الماضي،  
 من ببط وعار وفحم حجري، وبدأت الأبحاث  
 تسعى إلى الوصول إلى مصادر للطاقة  
 البديلة المتحددة، منها الطاقة الشمسية،  
 وطاقة الرياح، وطاقة المياه المحركة،  
 وغيرها، وتشفي الأحدث والأوفر (مع اتخاذ  
 احتياطات الأمان اللازمة) الطاقة النووية،  
 وهي تلك الطاقة التي يجري توليدها من  
 خلال انشطار أو اندماج أنوية الذرات، في  
 المفاعلات النووية، وميت تقدم نواة ذرة  
 اليورانيوم المستخدم وفوداً مي المفاعل  
 سيوترون حر، مما يؤدي إلى انشطار النواة  
 وإطلاقها كمية هائلة من الطاقة، ويسمى  
 هذا التفاعل بالانشطار النووي  
 لاستخدام هذه الطاقة في الأغراض  
 السلمية تجري عملية الانشطار داخل  
 مفاعلات نووية، مع التحكم في سرعة  
 التفاعل ومنع حدوث أي انفجار، وتشقسم  
 المفاعلات النووية السلمية إلى نوعين  
 النوع الأول يتعلق بإنتاج الأشعة تكلمات  
 معينة وهو نوع خاص، والثاني يحرص إنتاج  
 الطاقة، وهذه المفاعلات لها عدة أنواع من  
 بينها مفاعلات الماء المعلي، ومفاعلات  
 الماء الحمض، ومفاعلات الماء الثقيل،  
 ومفاعلات الماء المضغوط، وغيرها

# الطاقة النووية..

## الاستخدامات والميزات والإيجابيات والسلبيات

49

د. محمد غزال

مدير اقتصادي



الأنشطة الحياتية بما فيها الصناعة بكل أشكالها. وكثير من الاستخدامات الزراعية أيضاً.

### إيجابيات الطاقة النووية وسلبياتها

ما إيجابيات الطاقة النووية وسلبياتها على الأنشطة للحياة وعلى الإنسان نفسه؟

حينما يأتي الحديث عن الطّاقة النّوويّة بمساوئها ومزاياها يتبادر إلى الأذهان ما حصل من حوادث مؤلّة في هذا المجال. ففي عام 1986م وتحديداً في أوكرانيا تعرّض أحد المفاعلات النّووية إلى حادثة تسرّب إشعاعي ممّا أدّى إلى مقتل 31 شخصاً إضافةً إلى تدمير آلاف إلى خطر الإصابة بالإشعاعات النّووية وما تسببه من تشوهات وإعاقات. ولا يغيب عن الأذهان ما حدث في هيروشيما وناكا زاكي اليابانيّتين حينما أطلقت عليهما الطّائرات الأمريكيّة القنبلة الذّريّة الأولى

على مدار الخمسين عاماً القليلة، سوف تستهلك البشرية طاقةً أكثر بكثير مما تم استهلاكه طوال القرن الماضي بأكمله. ولم تصدّق التنبؤات السابقة بشأن نمو استهلاك الطاقة، لذلك جرى تطوير تقنيات جديدة لتوليد الطاقة لأن مستوى الاستهلاك ينمو بشكل أسرع بكثير، وستصبح مصادر الطاقة الجديدة في المتناول على نطاق واسع وبأسعار معقولة بحلول عام 2030. ويتعلّى الآن عجز الوقود المادي أكثر من أي وقت سابق، كما تصبح فرص تشييد محطات توليد طاقة كهرومائية محدودة إلى حد كبير.

إن استخدام الطاقة النووية سمة للحضارة الحديثة، وهو مؤشر على تطور ثقافة الجنس البشري، وتدخل الطاقة النووية في الوقت الحالي في جميع الأنشطة الحياتية وأنشطتها الرئيسة مثل العسكرية والسياسية والاقتصادية والطاقة العلمية والتقنية والبيئة والصحة والتعليم والاستقرار الاجتماعي، وبشكل عام في جميع





وما سببه ذلك من وقوع آلاف الضحايا، وعلى الرغم من الذكريات المؤلمة في تاريخ المفاعلات النووية إلا أن الطاقة النووية بشكل عام لها مزاياها وسلباتها.

### مزايا الطاقة النووية

❖ تتميز الطاقة النووية بمدة ميزات منها: سهولة توفر المواد المستخدمة في المفاعلات النووية وهي: عنصر اليورانيوم المشع وسهولة نقلها بخلاف مواد البترول والفحم التي تحتاج إلى صموية في استخراجها من باطن الأرض وتكريرها.

❖ تتميز الطاقة النووية بقدرة إنتاجية كبيرة في توليد الطاقة ونقلها، فالطاقة النووية التي تنتج من طن واحد من اليورانيوم تعادل ملايين الأضعاف من الطاقة التي تنتج من قبل النفط أو الفحم، كما أن المفاعلات النووية لا تحتاج إلى مساحة كبيرة كحال مشروعات توليد الطاقة الشمسية أو طاقة الرياح.

❖ لا تسبب الطاقة النووية انبعاث المواد المضرّة بالبيئة، مثل: ثاني أكسيد الكربون وثاني أكسيد الكبريت التي تنتج عن احتراق النفط والفحم وما يسببه ذلك من مشكلات الاحتباس الحراري والمطر الحمضي وغير ذلك.

❖ قابلية إعادة الاستخدام؛ فلا يعترق اليورانيوم المستخدم في المفاعلات النووية المولدة للطاقة بالكامل في الوقود النووي، ويمكن إعادة استخدامه بعد المعالجة، وفي المستقبل يمكن الانتقال الكامل إلى دورة وقود مغلقة (أي دون فاقد).

❖ تقليل الانبعاثات: تسهم محطات الطاقة النووية في أوروبا كل عام بتجنب انبعاث 700 مليون طن من غاز ثاني أكسيد الكربون. كما تجنب محطات الطاقة النووية العاملة في روسيا انبعاث 210 ملايين طن من غاز ثاني أكسيد الكربون سنوياً إلى الغلاف الجوي.

❖ التطور الاقتصادي: يساهم استخدام الطاقة النووية في سرعة التطور الاقتصادي نتيجة دمو البحث العلمي والقدرات العسكرية، كذلك يساهم في خلق فرص عمل متعددة، ومن المؤشرات المهمة التي يؤثر فيها استخدام الطاقة النووية، نوعية الحياة بها كمتوسط الأعمار المتوقعة، ومستوى التعليم والصحة، ومستوى

انظامه النووية بحري بولندا مر  
خلال اسطرار او انه مات ابوة الدرا  
في المفاعلات النووية ومنه تقدم  
بواة ذرة اليورانيوم المستخدم  
وقوداً في المفاعل بيبورون  
حر، مما يؤدي إلى اسطرار البواة  
وإطلاقها كمية هائلة من الطاقة





### مسؤولاً استخدام الطاقة

بدأ التأثير الواعي للإشعاع الاصطناعي والطبيعي في المكونات القردية لنوعية الحياة، (وإن كان ذلك على نطاق صغير)، مباشرة بعد اكتشاف رونتجن للأشعة السينية في عام 1895 و آ. بيكريل للنشاط الإشعاعي الطبيعي في عام 1896. ومن مسؤولي الطاقة النووية المعروفة والتي لا تحصى على أحد، وأهمها المخاوف من تسرب الإشعاعات النووية من المفاعلات النووية، كما حدث في أوكرانيا في حادثة تشيرنوبل وأماكن أخرى. وعلى الرغم من ذلك فقد كانت الاستخدامات الأكثر في البحوث العلمية والطبية السبابة في استخدام الطاقة النووية بحيث

❖ أصبحت السلامة النووية وحماية البيئة والإنسان من خطر تسرب المواد المشعة من مفاعلات إنتاج الطاقة النووية، هاجساً يتخوف منه الكثير من الناس، وعاة حماية البيئة والطبيعة، ويستشدرون بما حصل خلال عدد من الحوادث النووية المعروفة،

العلم والثقافة، والاستقرار الاجتماعي، والرضا عن نوعية الحياة، والبيئة النظيفة والمياه، والإنسانية بحاجة إلى ثقافة عالية من نوعية الحياة في حصاره تكنولوجية متجانسة. وتبقى الصلة وثيقة جداً بين هذه المفاهيم واستخدام الطاقة النووية.

وبشكل الاستخدام السلمي لمصادر الطاقة النووية أساس الإنتاج الصناعي والحياة في كثير من بلدان مثل فرنسا واليابان وألمانيا والمملكة المتحدة والولايات المتحدة وروسيا، في الوقت الذي تسعى فيه معظم دول العالم الأخرى إلى امتلاك الطاقة النووية السلمية، كما في الجزائر وإيران (التي تخفي حقيقة نشاطها النووي) والسعودية التي بدأت عهداً نووي. ويهدف إنتاج الطاقة النووية في معظمه إلى تلبية احتياجات المنتجات الصناعية. خاصة صناعة السيارات، والإنتاج العسكري، والمعادن، والصناعات الكيماوية، ومجمعات النفط، والغاز ... إلخ.

## حجم استثمارات الطاقة النووية في الشرق الأوسط

Middle East nuclear power plants



الخمس - مشتل معالج بوشهر الإيراني

مشاريع قيد البناء قصر عمرة بالأردن أم عويد بالعلاج العربي حور

كربلاء بالعلاج العربي

البيس مخطط بركة بالعلاج العربي - ككويو بتركيا

كشف مكتب معلومات الطاقة الأمريكية (EIA) في أوائل شهر مارس 2018 عن توقع دوري آخر لتطور الطاقة النووية في منطقة الشرق الأوسط. ووفقاً لهذه التوقعات، ستزداد طاقة توليد الطاقة النووية في الشرق الأوسط من 3.6 جيغاوات هذا العام إلى 14.1 جيغاوات في عام 2028. وجاء هذا التوقع على أساس تقييم كل من المشروعات الجارية لبناء وحدات جديدة للطاقة النووية، ومن الاتفاقات التي أبرمت أخيراً. بين دول الشرق الأوسط وموردي التكنولوجيا النووية. مع الإشارة إلى أن المملكة العربية السعودية، أعلنت عن نيتها في عام 2020 للبدء في بناء محطة لإنتاج 5.4 جيغاوات من الطاقة المولدة. ويقول تقرير إدارة معلومات الطاقة إن «تطوير الطاقة النووية في الشرق الأوسط يرجع في الأساس إلى حقيقة أن دول المنطقة تسعى جاهدة لتحسين أمن الطاقة من خلال تقليل الاعتماد على موارد الوقود المستخرج من الأرض». ووفقاً لتقديرات الخبراء، فإن الوقود المستخرج في

بعض المفاعلات النووية استلمه إلى نوعين، النوع الأول يتعلق بإنتاج الاشعة بكميات معينة وهو نوع خاص، والنوع الآخر إنتاج الطاقة وهذه المفاعلات لها عدة أنواع

- ❖ كما أن هناك صعوبة في التخلص من النفايات النووية، خاصة تلك التي تحتوي على نسبة إشعاعات كبيرة والتي لا يمكن تجاهلها، لذلك تلجأ الدول المتقدمة إلى دفنها في طبقات جيولوجية آمنة بحيث لا يصل تأثيرها إلى الإنسان.
- ❖ تحوّل كبير من احتمالات التسرب الإشعاعي من المفاعلات في أثناء التشغيل أو الحوادث مما قد يدمر كل أشكال الحياة في منطقة الإشعاع.
- ❖ التكلفة المالية باهظة الثمن خاصة لتلك المحطات طويلة الأمد.
- ❖ حاجتها إلى كميات مياه ضخمة تستخدم في المفاعل النووي للتبريد.
- ❖ احتمالية التسرب والانفجارات للمفاعل النووي في حال وجود أية أخطار زلزالية.

يتميز النظام النووي بعدة مزايا منها سهولة توفر المواد المستخدمة في المفاعلات النووية وهي عنصر انتواعي لا يسهل تصنيعه وسهولة نقلها بخلاف مواد السرور والمخلف



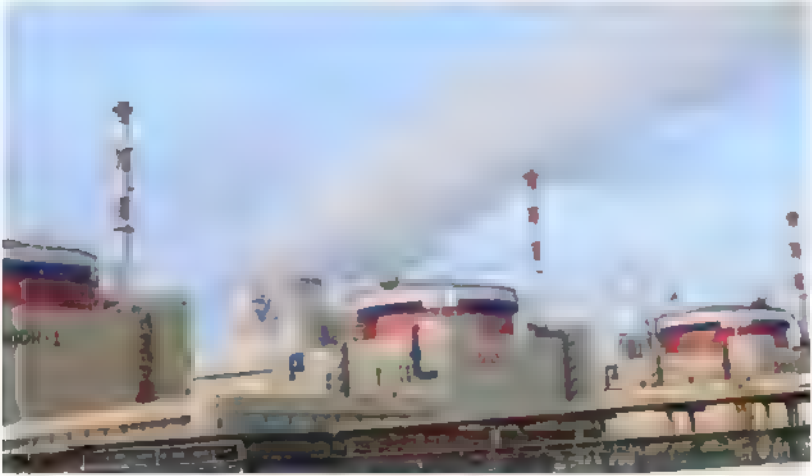
إلى امتلاك الطاقة النووية، كما تنشأ الصراعات أحياناً تحت تأثير الحوادث النووية وما يصحبها من اعتراضات من السكان والمنظمات العامة، ومن المفيد ذكره أن بعض الدول تحفي استخداماتها غير السلمية للطاقة النووية تحت غطاء الاستخدام السلمي، مخالفة بذلك الاتفاقات الدولية النازمة مما يعدي هذه الصراعات، ولذلك أسست المنظمة العالمية لمنع انتشار الأسلحة النووية التي تراقب الأنشطة النووية لبعض

الوقت الحالي يمثل 97% من إنتاج الكهرباء في المنطقة، والتي يبلغ فيها الغاز الطبيعي 66%، والنفط 31%، ونسبة الـ 3% المتبقية تقع على مصادر الطاقة النووية والطاقة المائية ومصادر الطاقة المتجددة الأخرى، من هنا بدأ التفكير الجدي في الانتقال إلى الطاقة النووية نتيجة لزيادة الطلب العالمي على الطاقة نتيجة لمطالبات الصناعة والأنشطة الأخرى.

### واقع استخدام الطاقة النووية للأغراض السلمية

يتعرض الاستخدام السلمي للطاقة النووية إلى شبهات تؤدي إلى نزاعات مختلفة تحدث بشكل دوري في البلدان المختلفة لأسباب عسكرية وسياسية واقتصادية وهذه الأسباب تنحصر عن تصارب مصالح مختلفة بين الشركات الوطنية والدولية ذات النفوذ السياسي والتي تمتلك التجميعات الصناعية العسكرية التي تهدف إلى استمرار سيطرتها ونفوذها على البلدان الطامحة

الطاقة النووية التي تنتج من طين واحد من اليورانيوم تعادل فلبس الأصعاغ من الصاغة التي سح من قبل السمط أو الفحم، كما أن المعاملات النووية لا يحتاج إلى مساحة كبيرة



الرياض تنتج لينا أول محطة للطاقة الذرية وحسن دول مرشحة للمو بالمد

النمو السكاني يتزايد استهلاك الكهرباء والمياه المعالجة ذات التكلفة المنخفضة. ووفقاً للتقديرات الحكومية فإن الطلب المتوقع على الكهرباء في المملكة سيصل إلى 120 جيجا واط بحلول عام 2032. لذلك وما لم يتم إنتاج طاقة بديلة وتطبيق أنظمة للحفاظ على مصادر الطاقة، فإن إجمالي الطلب على الوقود الخام لإنتاج الطاقة والصناعة والنقل وتحلية المياه سيرتفع بما يعادل 3.4 مليون برميل في عام 2010 إلى ما يعادل 8.3 مليون برميل من النفط المكافئ يومياً بحلول عام 2028.

### المشروع الوطني للطاقة الذرية في المملكة

نتيجة لتزايد الطلب على الطاقة بكل أنواعها في المملكة ويهدف إيجاد مزيج من الطاقات المختلفة وتوفير مصدر مستدام وقليل التكلفة ويهدف إدخال الطاقة الذرية السلمية في مزيج الطاقة الوطني وفقاً للمتطلبات المحلية مع الحفاظ على الالتزامات الدولية، ويهدف توفير متطلبات التنمية الوطنية المستدامة بما يتوافق

الدول، دون إغفاء الطابع السياسي أو العسكري المهيمن على هذه المنظمة واستغلالها من قبل الدول الكبرى تحقيقاً لمصالحها. وهذا ما ينطبق على باقي المنظمات الدولية الأخرى في المجالات كافة.

### توجهات المملكة العربية السعودية لاستخدام الطاقة النووية

تشهد المملكة العربية السعودية نمواً متسارعاً وتزايداً في الطلب على الكهرباء والمياه المعالجة، ومع ارتفاع معدل



يسهم محطات الطاقة النووية في أوروبا كل عام من حيث استعانت 700 مليون طن من غاز ثاني أكسيد الكربون كما تحت محطات روسيا استعانت 210 ملايين طن من هذا الغاز



مع رؤية المملكة الطموحة حتى عام 2030 فقد أُسنى  
«المشروع الوطني للطاقة الذرية» الذي يهدف إلى إدخال  
المملكة في المحال النووي السلمي مما سيحقق لها تأمين  
مستقبل آمن ومستدام للطاقة، وبناء عليه فقد قامت  
إدارة المشروع بطلب استدراج عروض لبناء محطتين  
نوويتين إذ تقدمت خمس دول بطلب المشاركة في بناء  
المفاعلات النووية في المملكة هي الصين وكوريا الجنوبية  
وهولندا والولايات المتحدة وروسيا التي من المتوقع أن



وقال المدير العام لمؤسسة «روس ايوم» الروسية للطاقة النووية، أليكسي ليخاشيف، في وقت سابق، إن روسيا تتفاوض مع الشركاء السعوديين على خط كامل، بدءاً من البناء المحتمل لمحطة كبيرة وقوية مع كمّاءات محلية المياه وانتهاءً بالمشروعات المحتملة في مجال المصادر المتوسطة والصغيرة، بما في ذلك العائمة. مصيماً أن «روس ايوم» أرسلت مقترحاتها إلى الجانب السعودي حول بناء محطة للطاقة النووية

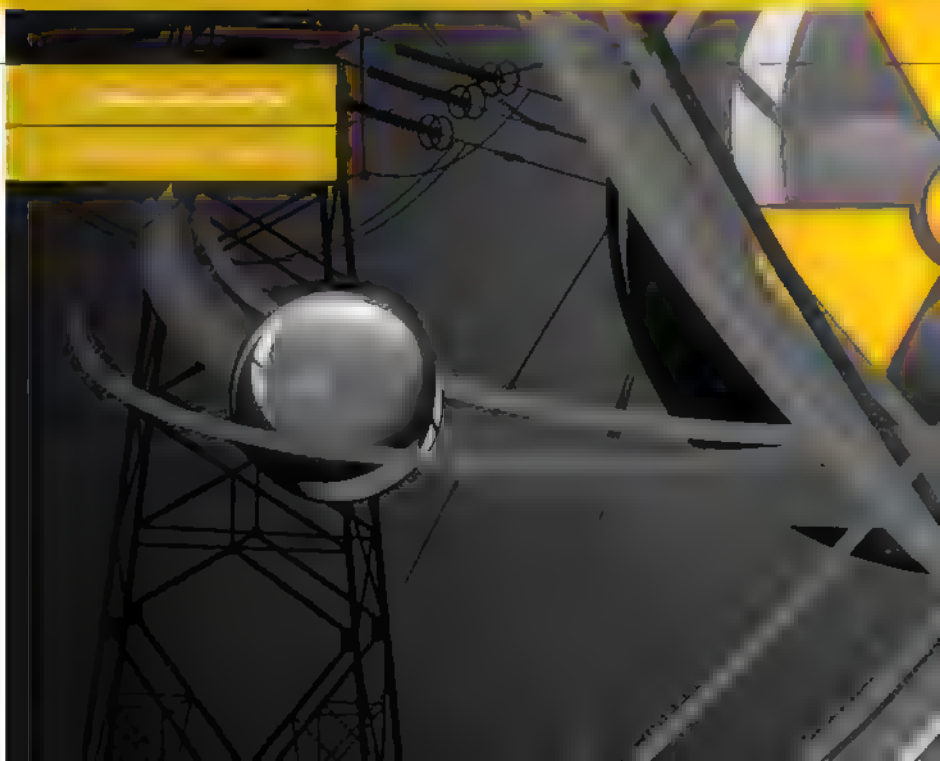
تبدأ في وقت مبكر من عام 2019م بعد إجراء مسوحات هندسية نصف سنوية لبناء محطة الطاقة النووية. ووفقاً لصحيفة سبوتنيك الروسية بتاريخ 15 يناير 2018م، فإنه خلال شهرين سيجرى اختيار ممّد العقد لبناء محطة نووية في المملكة العربية السعودية، والتي سيوقع عقد بنائها بحلول نهاية عام 2018م وأكدت أن المركز احتار مكانين في المملكة سيتم تقديمهما لبناء المحطة النووية أحدهما بعد الموقع الرئيس، والاخر بعد احتياطياً.

يراد الطلب على مصادر الطاقة أصبح يتسكن  
 مفهوم دول العالم، وأصبح الاتجاه إلى  
 مصادر طاقة بديلة مسألة أكثر أهمية  
 وهذا ما جعل كثيراً من الدول تبحث إلى  
 سبل انتفاعه من مصادر بديلة مستغمة  
 وبشكل متعمق استوائية أحد أهم هذه  
 بدائل الطاقة

ويكن بتعريفها امتداد هذه الفكرة ذات  
 شيئاً وراء ما ذكره من الدول من سبل  
 استخدامها كما أن هناك موقفاً دولياً مستمراً  
 من هذه المسألة، حيث أن السبل حريصاً و  
 متعمقاً، الأمر يتطلب بالكويت التأكيد من عدم  
 التمسك على معايير السلامة عند إنتاجها  
 وتباعد من هذه المخاوف، انتهى عدد من  
 الدول على إبرام اتفاقيات ومعاهدات  
 دولية، نظم استخدام الطاقة البديلة  
 وتباعد، إلا أن تقدمها حالياً وتبقى  
 لتسكن وتحتل، لأوضاع البيئة والاحتباس  
 الحراري زادت الحاجة إلى إيجاد مصدر طاقة  
 في وسيل حل من النقص والموارد لأهميتها  
 ومع ذلك، فممكن للدول التي وقعت على  
 لمعاهدة الدولية، سحب من مصادر الطاقة  
 بديلة مستغمة، بحلول عام 2050م  
 ستزدهر، بل إن إنتاج الطاقة البديلة الأهم  
 لدى بحثنا إلى يومنا هذا، تبقى هذه

**استخدامات الطاقة النووية..**

# أين العرب منها؟







من قام ببناء مفاعل بوبي تجاري خاص بإنتاج الطاقة الكهربائية في عام 1954م، وتبعتها بريطانيا في 1956م. ومنذ ذلك الحين، توسع استخدام الطاقة النووية ليقضي أكثر من 16% من الاحتياج العالمي، فاليابان وحدها تعتمد على الطاقة النووية لإنتاج نحو 30% من احتياجاتها من الطاقة الكهربائية، تتبعها دول ككوريا الجنوبية وبلجيكا وبلغاريا والمجر والسويد وغيرها باعتمادها على الطاقة النووية لمد نحو 20% من حاجتها إلى الطاقة الكهربائية. وقد يكون أهم استخدام لهذا المجال هو إنشاء محطات طاقة نووية لتوليد الطاقة لمحطات تحلية المياه، خصوصاً في المناطق التي يصعب إمدادها بالطاقة، وعلى الرغم من أن هذا هو أكثر الاستخدامات شهرة للطاقة

النووية، إلا أن هذا ليس مجال استخدامها الوحيد.

في عام 1946م، مرر تخصص حديث في مجال الطب، عُرف بالطب النووي، وهو تخصص يعتمد بشكل

على الرغم من أن تطوير تقنيات الطاقة النووية في بادئ الأمر كان هدفه بناء أسلحة فتاة للحرب العالمية الثانية، إلا أن الولايات المتحدة الأمريكية شجعت تطوير مفاعلات نووية للاستخدامات السلمية بعد الحرب، وفي عام 1951م جرى إنتاج طاقة كهربائية من الطاقة النووية لأول مرة، فيما إنتاج الطاقة الكهربائية للاستخدام التجاري أول مرة أيضاً في عام 1957م، إذ كانت تلك الشراكة التي شجعت على استمرار تطوير المفاعلات النووية لإنتاج الطاقة الكهربائية كمصدر طاقة نظيف ومستدام، وأصبحت اليوم أساساً لتطوير الكثير من الأبحاث حول العالم في مجالات الطب والصناعة.

### الطاقة النووية السلمية

كان أول تطبيق استخدمت فيه الطاقة النووية سلمياً هو إنتاج الطاقة الكهربائية. إذ إن الاتحاد السوفييتي كان أول

كما يعتمد عدد من المزارعين حول العالم أيضاً على الطاقة النووية في عملهم. إذ يستخدمون الإشعاع للحد من نمو الأعشاب الضارة وتكاثر الآفات، وحتى لحماية المحاصيل وتعقيمها وقتل البكتيريا فيها. وتستخدم الطاقة النووية بشكل كبير في مجال استكشاف الفضاء، فقد مكنت العلماء من إرسال مركبات فضائية بمحركات قادرة على العمل لمدة طويلة، وقد تم استخدامها لتوليد طاقة محركات أكثر من 27 بمئة فضائية خلال الأعوام السابقة، أهمها مركبة فوياجر 1 التي أرسلت في سبعينيات القرن الماضي إلى الفضاء العميق، بالإضافة إلى المركبة الاستكشافية الجواله كيوريوسيتي التي تعمل على المريخ حالياً، والتي تستخدم محرك طاقة نووية خاصاً لتشغيل معداتها. وأحد أوسع الاستخدامات للطاقة النووية هو الاستخدام في المجال الصناعي، والذي يمكن العاملين من ضبط جودة المنتجات، وإجراء العمليات الصناعية بكفاءة.

### الطاقة النووية في الدول العربية

في ظل التطور المستمر للتقنيات وتزايد المخاوف من انخفاض منسوب مصادر الطاقة التقليدية الاحتياطية ونضوبها، يسمي عدد من الدول العربية للشرع في استخدام الطاقة النووية لمواجهة هذا التحدي، إذ شرعت أكثر من 45 دولة حول العالم في الدخول إلى مجال إنتاج الطاقة النووية لأهداف سلمية، وتشمل دولاً ذات اقتصاد متقدم إلى دول نامية، إذ إن بولندا، وتركيا، والإمارات على رأس هذه القائمة، إلا أن هذا لا يعني بالضرورة أن تساهم هذه الدول في تطوير هذا المجال بشكل كبير، فتأسيس البنى التحتية تأتي من الدول التي تمتلك التقنيات التي يمكنها من تشغيل المفاعلات النووية بالفعل، بدلاً من تأسيس الدول التي تحتاج إلى امتلاك هذه التقنيات نيتها من الصفر.



أساسي على استخدام مواد مشعة لتنشيط الأمراض وعلاجها. ولقد شكل هذا محطة رئيسية في تطور مجال الطب والعلاج، وساهمت المعرفة بالطاقة النووية في تطوير تقنيات طبية كثيرة، مثل التصوير بالأشعة، علاج الأمراض السرطانية، تعقيم الأدوات الطبية، وغيرها.



الاتحاد السوفييتي كان أول من قام ببناء مفاعلي نوويي تحاري حاصي بإنتاج الطاقة الكهربائية في عام 1954م وتبعها بريطانيا في 1956م، وهذا دأب الحين، توسع استخدام الطاقة النووية لتعطي أكثر من 16% من الإحصاح العالمي



مستقل بتمويل مقداره 100 مليون دولار، سعيًا إلى بناء وتنفيذ مشاريع نووية في دولة الإمارات، بدءًا بتنفيذ مشروع بركة للطاقة النووية، وهي أولى محطات الطاقة النووية الإماراتية.

وقعت الولايات المتحدة وكوريا الجنوبية اتفاقيات تعاونية مع الإمارات في عام 2009م لإنتاج الطاقة

أدى التوسع الحضري في الدول النامية إلى زيادة الطلب على الطاقة الكهربائية لتغطية هذا الاحتياج، ففي الشرق الأوسط اتفقت دول التعاون الخليجي الست في عام 2006م على التعاون مع الوكالة الدولية للطاقة الذرية لعمل دراسة جدوى لبرنامج الطاقة النووية والتعليية الإقليمي، الذي بدأ حيز التشغيل في عام 2009م، وسنطرح هنا بعض الأمثلة على جهود الدول العربية في بناء برامج نووية خاصة بها.

#### الإمارات

نشرت الإمارات العربية المتحدة في عام 2008م بشكل مستقل مياستها الخاصة لتحديد استخدام وتطوير الطاقة النووية لتدارك ارتفاع الطلب على الطاقة الكهربائية، وهذا ما ساعد على إنشاء منظمة لتنفيذ برنامج الطاقة النووية الذي شكل حجر أساس لمؤسسة الإمارات للطاقة النووية وإطلاقها ككيان

يعتمد عدد من المزارع حول العالم أيضاً على الطاقة النووية في عملهم، إذ يستحدثون الإشعاع للحد من نمو الأعشاب الضارة وتكاثر الامات، وحتى لحماية المحاصيل وتعقيمها وقتل البكتيريا فيها

التي تواجهها اليوم في توعية الناس وكسب قبولهم للمشروع، إضافة إلى تدريب مواردها البشرية، وتزويد غير المختصين بمعلومات واضحة حول هذا المجال.

### الأردن

يمكس دول الخليج، تستورد المملكة الأردنية 95% من احتياجاتها من الطاقة من الخارج، وتقوم بتوليد الطاقة من الغاز الطبيعي، وفي عام 2008م افتتحت الأردن هيئة الطاقة الذرية الأردنية التي أنشئت لاستغلال التقنية النووية السلمية وتتميتها في الأردن، وتهتم الهيئة بتعليق المياه بالمعاملات النووية وإنشاء محطة طاقة نووية لتوليد الكهرباء، واستغلال الثروات النووية الطبيعية كاليورانيوم، كما تركز الأردن على تأهيل كوادر وموارد بشرية قيادية لمختلف المجالات النووية عن طريق اليمثل والمنح والتدوات وغيرها.

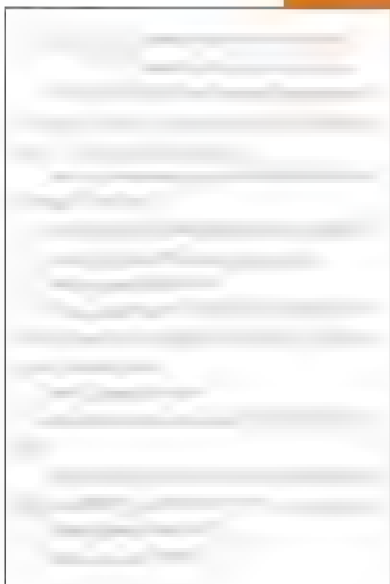
أحد أوسع الاستخدامات للطاقة النووية هو الاستخدام في المجال الصناعي، والذي يمكن العاملين من ضبط جودة المنتجات، وإجراء العمليات الصناعية بكفاءة.

النووية، كما وقعت اليابان والمملكة المتحدة مذكرات تفاهم للتعاون مع الإمارات في مجال الطاقة النووية، وتخطط الإمارات العربية المتحدة لبناء أربع محطات طاقة نووية بسعة 1400 ميجاواط بحلول عام 2020م، وأن تكون مسؤولة عن توفير الطاقة بربع التكلفة التي يحتاج إليها إنتاج الطاقة من الوقود الأحفوري، إذ إن الإمارات اليوم تعتمد على الغاز في إنتاج أغلب احتياجاتها من الكهرباء، كما تحرص الإمارات على اتباع أعلى المعايير في السلامة والأمن والشفافية والمسؤولية في مشاريعها الحالية والمستقبلية للطاقة النووية.

### مصر

اهتمت مصر بمشروعات الطاقة النووية السلمية منذ ستينيات القرن الماضي، إذ أنشأت هيئة الطاقة الذرية في عام 1955م، ومن ثم أنشأت هيئة المحطات النووية في عام 1976م، وزاد قلق مصر من مستقبل الطاقة لديها في السنوات الأخيرة مع زيادة الطلب على الطاقة واعتمادية مصر الكبيرة على الغاز كمصدر طاقة رئيس، وفي عام 2015م وقعت مصر اتفاقية نووية مع روسيا لبناء أربعة مفاعلات نووية روسية بقوة 1200 ميجاواط، في سبيل تمهيد البرنامج النووي المصري، وتهتم هيئة المحطات النووية اليوم بتطبيقات الطاقة النووية السلمية كإنتاج الطاقة وحلية المياه، وتسعى الهيئة إلى تحقيق خططها الخاصة بالمشروعات النووية على الرغم من التحديات

### البحرين





## جانب الصناعة المتنامية محطاً

بحول، الصناعية في تاريخ البشرية، ابتداءً

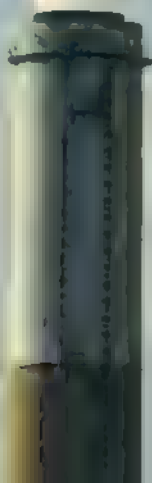
### موصولاً إلى الثورة الصناعية الرابعة

في الخمسة الممطارات الصناعية واستخدمت  
الآلات والتكنولوجيا المتطورة لإنتاجها وتوزيعها  
والحاجة إلى الصناعات الحديثة والمنتجات والمواد

الأنسجة، والمواد البلاستيكية، وغيرها  
ونكس على الرغم من التغيرات التي تحدثت  
هذه العملية في الإنتاج الحديثة التي تمند  
في أواخرها، إلا أن الثورات الصناعية المتتالية  
تسببت في إهمال جانبية لم يتوقعها أحد في  
منها عام، إذ أدى ذلك، بالتحديد، إلى انخفاض  
مقاييس كائنات إلى إطلاق العنان للمصنعة  
للأشخاص الذين هم مكافئها تحت الأرض

من ثنائي الحسنة كثر يوم بالتحفوم، وهذا ما

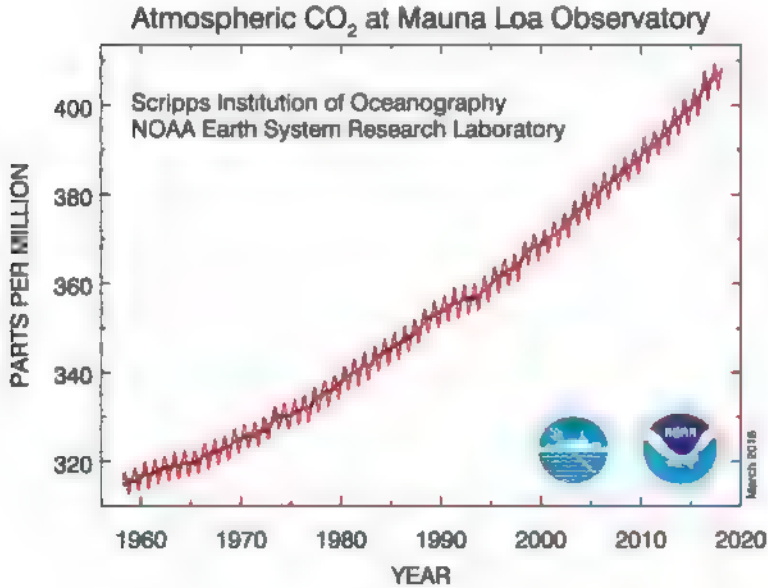
# الانعكاسات البيئية للطاقة النووية



هذا من دون ذكر تأثير الاحتباس الحراري في الحياة الفطرية، إذ بدأت معدلات أعداد الحيوانات والنباتات وأساليب حياتها في التغير، وإنها لمساءلة وقت فحسب، قبل أن تتفاقم التأثيرات، وتستمر في التضاعف أكثر حتى تصبح أغلب مناطق الأرض غير قابلة لدعم الحياة، وستقل موارد البشر من الماء الصالح للشرب والغذاء، وستزيد فترات الجفاف وحدة الظواهر الطبيعية.

طرح عدد من العلماء نماذج مختلفة للتعامل مع ظاهرة الاحتباس الحراري منذ ملاحظة ظهورها أول مرة، فمنهم من فكر في تحسين كفاءة عملية الإنتاج لتقليل انبعاثات ثاني أكسيد الكربون من جهة، أو العثور على مصادر أخرى للطاقة النظيفة التي لا تعتمد على حرق

إن صناعاً واستخداماً للمنتجات التقنية يتطلبان استهلاك كميات كبيرة من الطاقة، ما دفعنا إلى إيجاد طرائق تمكننا من حصد كميات أكبر منها بتكلفة أقل، ولقد بدأ مشوار استهلاكنا للطاقة مع الفحم والغاز اللذين يغلطان كميات كبيرة من غاز ثاني أكسيد الكربون في الجو، وهذا ما أدى إلى تفاقم ظاهرة الاحتباس الحراري التي بدأت تبعاتها في الظهور بالفعل، فحرائق الغابات المتكررة، وفترات الجفاف الطويلة، والمواصف الموسمية الشديدة، وحتى موجات الحر المرتفعة لن تكون ظواهر عابرة مصادفة بعد الآن، فالجليد في المراتب القطبيين بدأ في الدوبان والتقلص، ومسبب مياه البحر بدأ في الارتفاع.

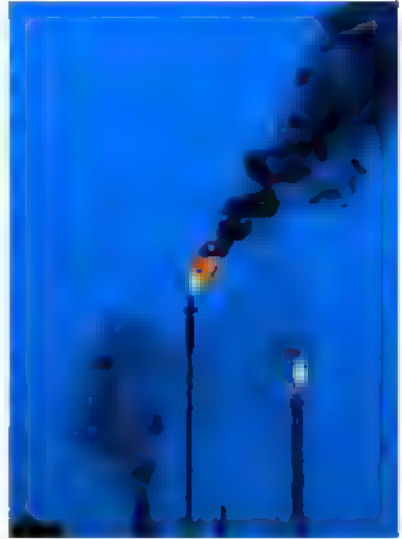


التقليدية، إذ تشكل حلاً حوثياً لتبطين عملية الاحتباس الحراري لكونها خالية من انبعاثات الكربون، إلا أن الدراسات تشير إلى أننا بحاجة إلى توليد 80% من الكهرباء التي يحتاج إليها العالم بالطاقة النووية لتصل إلى تلك المرحلة، في حين أن المستوى الفعلي حالياً ما زال متأخراً كثيراً عن ذلك الطموح بمعدل 20% فقط.

### لماذا الطاقة النووية بالتحديد؟

هناك عدد من المزايا المقترحة لإنتاج الكهرباء بشكل نظيف، ولكل منها آثارٌ بيئية إيجابية أو سلبية بناءً على تكلفة إنتاجها وتشغيلها، إلا أن الطاقة النووية أثبتت جدارتها؛ بوصفها أكبر مصدرٍ للطاقة النظيفة اليوم، وهي إحدى مزايا إنتاج الكهرباء المستدامة التي لا تبتعث كميات كبيرة من الكربون في الجو، كما أنها اقتصادية من حيث التكلفة مقارنةً مع كمية الطاقة التي تنتجها، فكيلوجرام واحد من اليورانيوم ينتج طاقة أكبر بمليون مرة من كيلوجرام من الفحم. وتنتج الطاقة الكهربائية من المصادر النووية عبر عملية لا تتضمن حرق الوقود، بل تستخدم الطاقة الناتجة عن انقسام اليورانيوم في عملية الانشطار النووي لتوليد بخارٍ ساخنٍ قادرٍ على تحريك التوربين المولد للكهرباء، وتكون هذه التفاعلات مصممة عادةً لتحافظ على سلسلةٍ مستمرة من عمليات الانشطار النووي.

تقدم الطاقة النووية حلاً تعتمد بعض مدن الولايات المتحدة مصدرًا أساسياً للطاقة بالفعل، وهي متاحة للمستقبل التقني والحرك الأول لمزيج طاقة أفضل. بالإضافة إلى توليدها الكهرباء لملايين الأشخاص حول العالم، ستقدم الطاقة النووية فوائد عديدة للدولة ككل، كإباحتها للملايين من الوظائف التي تدر المليارات على المواطنين سنوياً، والمحافظة على مستوى تقني متطور لكامل الاقتصاد الوطني، ويمكن أن تكون من أهم عوامل



الوقود الأحفوري، ومنهم من ركز في الجانب الآخر من المعادلة بتطوير تقنيات تحبس ثاني أكسيد الكربون وتخزنه بعيداً بمزجٍ عن الجو. في هذه النقطة، برزت الطاقة النووية كمرشحٍ بديلٍ وقويٍّ لمصادر الطاقة



أصيب فاميليتي، وهو أحد كبار عماء المساهمات في كاليفورنيا باندهول عندما رأى أن ولايته كاليفورنيا على شفا حمرة من الدمار لانخفاض مسسوب مياهها الدومسة سدو كسر لدرجة إمكاسة تحديده بالقمر الاصطناعي من على بعد 400 كيلومتر في الفضاء



أردهاز الدول النامية. ولكن لا يمكننا في الوقت نفسه التماضي عن الآثار السلبية التي قد تحملها تصدات كهذه على الجانب الآخر. فتربما تكون ذات مضار أكبر مما نتوقع. خاصة مع سجل استخدامنا للطاقة النووية بشكل عام غير المقود المماضية

### الجانب المظلم للطاقة النووية

تنتج المفاعلات النووية عند عملها مخلفات مشعة خطيرة ما زال العلماء يبحثون عن طرائق فعالة للتخلص منها، وهي مصدر قلق الحكومات على المستوى العالمي إذ تبقى مشعة وخطرة لآلاف من السنين. وبعد كثير من المقترحات التي قدمت للتخلص منها حتى الآن طرائق مؤقتة في أغلب الأحوال، ولا يمكن أن ننسى كذلك أن التاريخ الحديث يهكي لنا عن كثير من الحوادث الكارثية التي تسببت بها الطاقة النووية. بدءاً باستخدامها لتطوير الأسلحة النووية.

**النور** الصناعية الصناعية تسببت عن أكثر تسببت بموقعها أحد قبل قبل دهم دهم حرق الوقود في لمز في لقربين كاملين إلى إطلاق العالم لتسببت في سياسات الحرارية عن تكديسها في الأرض إلى الجو جسم عاكسك نظراً لخصائصه

وفي عام 1945م، فجرت أول قنبلة نووية تجريبية في الولايات المتحدة الأمريكية تحت مظلة مشروع منهاتن في صحراء جوردادا نيل ميرتو، ولا تزال تلك المنطقة الجرداء تحتوي على إشعاعات نووية من بقايا ذلك الانفجار حتى اليوم. وفي العام نفسه وخلال الحرب





في التاريخ، إلا أن السنوات التي تبعت الحرب العالمية الثانية شهدت إجراء نحو 57 تفجيراً نووياً آخر، ما بين أبحاث وتجارب فاشلة.

كما تسببت الطاقة النووية في عدة كوارث نتيجة للتسرب الإشعاعي أو انفجار المفاعلات، وكانت أبرز هذه الكوارث كارثة مفاعلات تشرنوبل التي وقعت عام 1986م نتيجة لأخطاء تقنية، إذ انفجر مفاعل نووي في مدينة تشرنوبل الأوكرانية وتسبب في مقتل 36 شخصاً وإصابة أكثر من ألفي شخص وإطلاق غيمة من المواد المشعة في الجو، لتعلن السلطات بعدها أن مدينة تشرنوبل منطقة منكوبة وتُحلي 100 ألف شخص منها والمناطق المحيطة بها، ثم حرت عمليات متتالية لتغطية المفاعل لمنع التسرب الإشعاعي الذي تسبب في مقتل كثير من الأشخاص بعد الحادثة.

ورأينا أخيراً كذلك كارثة مفاعل فوكوشيما النووي في اليابان في عام 2011م، التي بدأت في فشل المفاعلات

العالمية الثانية ألقت الولايات المتحدة أول قنبلة نووية حربية على مدينة هيروشيما اليابانية ومدينة ناغازاكي بعدها بأيام، لتسببها في مقتل ما لا يقل عن 130 ألف شخص من المدنيين الأبرياء.

على الرغم من كون قنبلتي هيروشيما وناجازاكي الاستخدام الوحيد للأسلحة النووية في المجال الحربي



طرح عدد من العلماء بمادح محلهم ليعامل مع ظاهرة الاحتباس الحراري منذ ملاحظة ظهورها أول مرة، منهم من فكر في تحسين معالجة عملية الإنتاج لتقليل استعانة ثاني أكسيد الكربون من جهة، أو العثور على مصادر أخرى للطاقة النظيفة

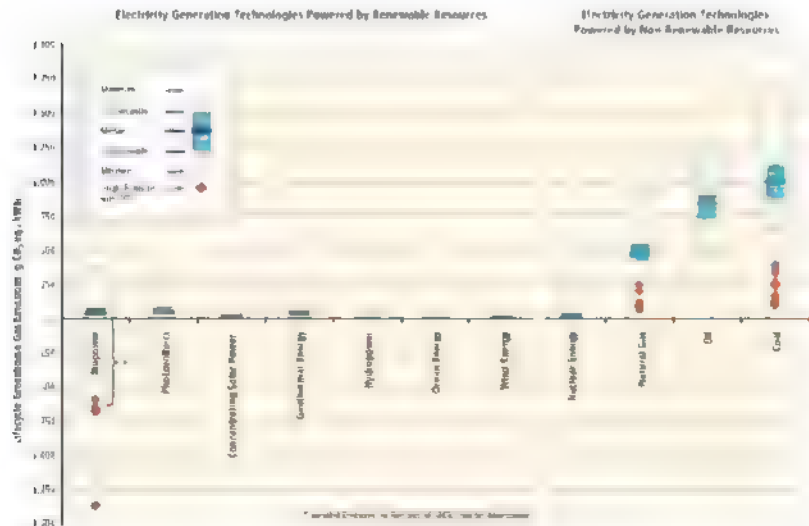
الخليج الحفرافية التي تتميز بالمنخفضات، والسماء الصافية، والمسطحات المائية التي تزيد من امتصاص الحرارة، وموقع المنطقة الجغرافية.

على الجانب الآخر، سيكون التمييز الناتج من استخدام موارد الطاقة النووية ذا فوائد كبيرة على حالة المناخ الحالي في منطقة الخليج والعالم أجمع، إذ تطلق موارد الطاقة النظيفة والمتجددة كميات أقل من انبعاثات الغازات المسببة للاحتباس الحراري مقارنةً بباقي مصادر توليد الكهرباء. ولا تقتصر الفائدة فقط على تطبيقه معدل الاحتباس الحراري، بل تحمل تأثيراً إيجابياً أكبر لتصميم مستوى صحة الأفراد، إذ ستقلل من تلوث الهواء والماء والتربة الناتج عن استخدام الوقود الأحفوري لإنتاج الطاقة، وتقدم حلولاً وظيفية وأعمالاً للكثير من الأشخاص للعمل في قطاعات الطاقة المتجددة. مع الزيادة في معدلات الطلب على الطاقة في القطاعين

النووية بعد أن تضررت بسلسلة من الزلازل وأمواج التسونامي الضاربة، وما زالت اليابان تعاني الأضرار الجسيمة لهذه الكارثة.

## أنملك خياراً آخر؟

يتوقع الخبراء أن تكون منطقة الخليج العربي أحد أكثر المناطق تأثراً بظاهرة الاحتباس الحراري، إذ يبتدأ دراسة أجراها معهد ماساتشوستس للتقنية بتمويل من مؤسسة الكويت للتقدم العلمي أن منطقة الخليج العربي ستمر بظروف بيئية عاصفية بعد 80 عاماً من الآن، وذلك بسبب ارتفاع درجات الحرارة الشديد الذي يتوقع أن تصل إلى نحو 60 درجة في الصيف، وهذا ما يشكل خطراً شديداً على صحة السكان وحياتهم مباشرة. وتظهر الدراسة أن تلك الظاهرة ستكرر لعدة مرات خلال العقود القادمة لعدة عوامل، أهمها طبيعة منطقة

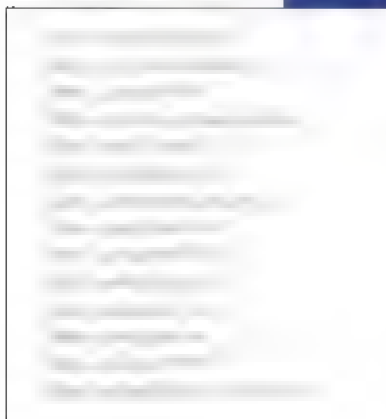




في عام 1945م، فُجرت أول قنبلة نووية تجريبية في الولايات المتحدة الأمريكية تحت مظلة مشروع منهاتن في صحراء جورنادا ديل ميريو. ولا يزال نك المظلة الجرداء تحوي على إشعاعات نووية من بقايا ذلك الانفجار حتى اليوم

من 1200 إلى 1600 ميجاواط للمفاعل الواحد. وبناء مفاعلات أخرى صغيرة مدمجة. وتفاذي مخاطر الطاقة النووية ومخاوف التلوث منها، تأسست هيئة السلامة النووية والإشعاعية التي تهدف إلى تأكيد جانب السلامة والأمان عند إنتاج الطاقة النووية، مع ضمان اتباع إجراءات السلامة النووية التي تسنها الوكالة الدولية للطاقة الذرية.

## المصادر



الصناعي والسكني. يواجه قطاع الطاقة في المملكة العربية السعودية عدة تحديات. ولهذا ركزت رؤية 2030 في بناء سوق قوي للطاقة المتجددة كهدف أساسي، إذ تمل المملكة على إضافة 9.5 جيجاواط من الطاقة المتجددة إلى الإنتاج المحلي بحلول عام ٢٠٢٠م. وتبنت نسبة كبيرة من سلسلة قيمة الطاقة المتجددة في الاقتصاد السعودي. ويشمل ذلك خطوات البحث والتطوير والتصنيع وغيرها. بدءاً بتدشين المشروع الوطني للطاقة الذرية الهادف إلى إدخال المملكة إلى مجال الطاقة النووية السلمية، ويشمل هذا المشروع بناء مفاعلات نووية كبيرة بقدرة توليد كهربائية تقدر

تنتج المفاعلات النووية عند عملها مخلفات مشعة خطيرة ما زال العلماء يبحثون عن طرائق فاعلة لتخلص منها. وهي مصدر قلق الحكومات على المستوى العالمي. إذ تبقى مشعة ونشطة لمئات الآلاف من السنين



يطلقها الخطر القاتل القاذب من الطاقة الذرية  
يحدث خط التصادمات وتشتت المراتب في  
المرحلة الأولى من التصادمات  
الذرية

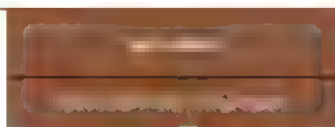
من الطاقة الذرية وعندما يردون على  
التصادمات المتعددة المتتالية والتمزق فائقة  
السرعة من التصادمات في التصادمات المتتالية  
تحدث الطاقة وتحدث في التصادمات المتتالية  
تحدث ما بين الطاقة الذرية والتصادمات الذرية  
تسوي هذه الأمثلة في التصادمات المتتالية  
من طرف من الأمثلة

مقتطف من كتاب الكسي يابلوكوف

# الطاقة الذرية

بين مؤيد ومعارض

73





بِحَدِيثِ نَسْلِ لَا  
 فَسَيُتَرَكُ فِيهِ بَعْضُ مَا  
 يَحْتَاجُ إِلَى تَحْقِيقِهِ  
 فِي بَعْضِ الْأَشْيَاءِ  
 الَّتِي لَا يَحْتَاجُ إِلَى تَحْقِيقِهَا



February

انصهر الذرة



معارضو الذرة

• تسخّر المفاعلات المائية الممعدنة ومفاعلات الماء المغلي عنصر البلوتونيوم الذي لا يُعدّ مالنّاً لإنتاج الأسلحة الكهرائية الناتجة من الذرة ما هي إلا ضئيلة بوزنة بوزنة الكهرباء هذا ما يقوله المبرراتي السيد كارباسا حامل جائزة نوبل<sup>١٩</sup>

طهرت الطاقة النووية في حوضيات الفرن المصنعي بالنّاء من السلاح النووي. في عام 1946 كتب السيد أوسغيمير الذي يعدّ أحد صانعي الأسلحة الذرية: "... نحن نعرف ماذا سنفعل عندما يوقع هذا القانون تأسيسه سوف نصل إلى وضع سيء جداً خصوصاً نحن نعلم أن كل شيء سيء جداً... لكننا نعلم أن كل شيء سيء جداً... وسنستفيد من مخططات ذرية سيئة هذه المخططات بحيث يمكن جعلها بسرعة وساطعة لإنتاج الأسلحة الذرية"<sup>٢٠</sup>

انقلبت الصورة في العالم بعد ستينيات القرن الماضي أصبح الطريق بعيداً وسهلاً لأي جهة تريد للحصول على السلاح النووي. وذلك عن طريق تطوير الطاقة الذرية لأن المبادئ الفيزيائية والتطبيقية للفلسفة الذرية والطاقة الذرية واحدة.

كتب رئيس الوكالة الدولية للطاقة الذرية السيد محمد البرادعي في عام 2006 معلناً على سعي بعض الدول للحصول على الطاقة الذرية: "ليس مهماً أن نحصل على السلاح الذري بكمي أن نحصل على بوليمية تأمين تسمح لكم إمكانية يمتلك السلاح النووي. نعلموا لا نحدد بعضنا بعضاً 90% من العملية ما هي إلا ضبط للنفس"<sup>٢١</sup>

• يتم صيد المفاعلات المستقلة في المفاعل الذري ومن ثم يتم صيد إنتاج الطاقة في هذه المفاعلات. لكن يتم إنتاج الطاقة النووية في هذه المفاعلات في السواحل التي تنج. لا يمكن كبح التفاعلات المستقلة في المنشأة الذرية، وهذا يؤدي إلى إنتاج الطاقة خلال ملايين أجزاء الثانية. وهكذا يتضح أن الفارق بين المفاعل الذري والنبشة الذرية من البادية التكنولوجية ينحصر فقط في مدة حدوث التفاعل المتسلسل.

• "إنتاج الأسلحة النووية من الضروري بناء منشآت متخصصة لإنتاج اليورانيوم المخصب 235 أو البلوتونيوم 239 وحتى لو انخرسنا إمكانية إنتاج البلوتونيوم كيميائياً من مادة اليورانيوم، فإن هذا البلوتونيوم لا يكون صائناً لإنتاج الأسلحة"

• في هذه الكلام على صراحةً يحاول إظهار الذرة بشرية من دون إظهار إله لكي يتم إنتاج أفضل ذرية يجب الحصول على مادة البلوتونيوم الخاص بإنتاج الأسلحة الذي يكون من 90% من نظائر البلوتونيوم 239 غير أن الولايات المتحدة، الأمريكية أنشأت في عام 1972م من خلال الخراب التي قامت بها أن حلت بطائر بلوتونيوم في أي نوع من أنواع المفاعلات الذرية يمكن أن يؤدي إلى إنتاج مسلة ذرية بقوة عدة كيلوجرامات من الأناب.

• ويمكن أن نصف على هذا أمراً مذهلاً وهو سقوط أنصار الذرة وبعضهم عن إنتاج المفاعلات المائية الحفيفة في المخططات الكهروذرية في الأسفل الأولى من عملهم مادة البلوتونيوم 239 وذلك بعد أن بدأ هذه المخططات عملية إشعاع وفود بلوتونيوم. ومعهم أن البلوتونيوم 239 ينشئ أرضية حصة لإنتاج البلوتونيوم الصالح لإنتاج الأسلحة (انظر الشكل ١ في الصدق)

أنفق علماء الذرة سواحل كثيرة من أجل البحث عن مثل هذه النشبات لكن جهودهم باءت بالفشل.

صرح الأمين العام للأمم المتحدة كوفي عنان في أخصاع للأمم المتحدة متخصص للحد من انتشار الأسلحة النووية في عام 2005 بأن الأنظمة الثلاثة التي تركز عليها معاهدة حظر انتشار نسلخ النووي هي حظر الانتشار وبرع انتشار واستخدام لتسليح نظامية النووية - وقد حدثت شروخ فيها جميعها<sup>(٢٢)</sup>

إن الأمر المثير حقاً لشعالي كله أن ساء مخطط كهروذرية في بلد ما يوم الأرضية المناسبة لإنتاج السلاح النووي في ذلك البلد

لكي يستطيع أنصار الذرة تعديل قرارهم الحادّات ونظر على العالم وتلتحق بطوير الضمة الذرية التي أوعليها إلى الأسلحة الذرية (بعد ندرته اليورانيوم) فلا بد لهم من الانتقال من طبقة اليورانيوم إلى طاقة اليورانيوم. لا يؤدي استخدام اليورانيوم في المفاعل الذري إلى إنتاج كمية كافية من البلوتونيوم 239. لكن يمكن إنتاج كمية كافية من البلوتونيوم 239 عن طريق إعادة تدوير البلوتونيوم 239 من المفاعل الذري. هذا هو الهدف من برنامج إعادة تدوير البلوتونيوم. لكن هذا البرنامج لا يزال في المراحل الأولى من تنفيذه.





يشير كوميبي حصيلاً إلى كندا عامراً إلى أنها بريئة مما تهم به من المساهمة في نشر الأسلحة النووية عن طريق توريد التقنيات الدرية ثنائية الاستخدام إلى الدول الأخرى، وهدفه من ذلك نشر فكره في كندا ولكن في الحقيقة فإن كل الدول المتقدمة في مجال الذرة دون استثناء وليس فقط كندا لم تصمد أمام الإغراءات السياسية والمالية، ومن ثم فهي ساهمت في نشر التقنيات الدرية بآلية الاستخدام. قام كندا أن كان قبل توقعها على معاهدة عدم الانتشار أو بعد التوقيع عليها، يرجع مفاعلات الماء الثقيل بعد حلحلة انفجار القنبلة الذرية الهندية في عام 1974م في دقل رمي بوجران من رادجستان أول دليل فطاع على إمكانية تحويل البرنامج الذري المديني إلى برنامج عسكري لإنتاج الأسلحة الدرية. تم الحصول على البلوتونيوم لهذه الأغنية من المفاعل البحثي الكندي الأمريكي (CIRUS 1960) الذي يعمل على الماء الثقيل والذي تبلغ فوته 40 ميجا واطاً، والذي يُستخدم البلوتونيوم الطبيعي وقد حصل الهند على هذا المفاعل من كندا في إطار التعاون على صعد حصة (كوبومو). وكان شرط تسليم المفاعل استخدامه فقط للأغراض البحثية السلمية، ما ذا يعني هذا الشرط؟ ألا يعني أن لا يُغذى بحد مديني حسب الحد أدنى يمكن استخدامه لتتبع لأسلحة الذرة؟، عارض الولايات المتحدة أيضاً في صيغ الضيلة الدرية الهندية بتسليمها الهند ٦٥ طنان من الماء الثقيل بزوجم هذا المفاعل.

إلحكم ما كتبه كبير الخبراء في العالم بهحال الحد من انتشار الأسلحة النووية للسبد أرب، أ. "شهد سوق المواد والتقنيات النووية مناسبة خاصة بين المصريين بسبب الأرباح الكبيرة التي يجلبها لحبوبيهم في خصم الصراع على استحواد الأسواق في بعد الدول المصدرة وأولاهها كندا متلهفة لتطبيق الضمانات التي ترمصها الوكالة الدولية للطاقة الذرية على الرغم من عدم كتابة هذه الضمانات وعلى الرغم من أن بعض الدول المستوردة لم توقع على معاهدة عدم انتشار الأسلحة النووية وهي إسرائيل والهند وباكستان".

ملاحظة بعد الانضمام إلى معاهدة عدم انتشار الأسلحة النووية شكلياً شرطاً برنامجاً للحصول على دعم الوكالة الدولية للطاقة الذرية لتطوير الطاقة الذرية في البلد الموقع

٩-٠ "بعد توقيع معاهدة عدم انتشار الأسلحة النووية، جمع المفاعلات المصنعة من كندا والدول الأخرى برفقة دولة صارمة من طرف الوكالة الدولية لطاقة الذرية ومن ثم ملية، لا يمكن أن تكون سبباً في إفساد الخطر النووي".

جعلت جنوب إفريقيا مثلاً بامعاً بحمل أكثر من مديني لقد شتت جنوب إفريقيا الأسلحة النووية وحربها سرّاً وقد حصل كل ذلك تحت عطاء برنامج الطاقة الذرية المديني وبمشاركة ومساعدة الوكالة الدولية للطاقة الذرية و عندما انهار نظام "المدير العسكري هناك شُففت اللثام عن هذه العملية السرية. قامت الحكومة الديمقراطية بقيادة الرئيس مانديلا طوعاً بدمير 7 شخصات نووية عسكرية كاس تملكها البلاد ولم تكف بذلك بل راح عليه تدمير كل التقنيات التي تم بموجبها تصنيع هذه الرؤوس. هذا المثال لا يدع مجالاً للشك في عدم فاعلية ودخاعة الرقابة التي تقوم بها الوكالة الدولية للطاقة الذرية على الدول لتجعلها تتقيّد بنظام حظر انتشار الأسلحة النووية، تنصروا! لم تستطع ولا لجنة تفتيش واحدة من أصل ١50 لجنة قامت بمراقبة ومحص البرنامج النووي في جنوب إفريقيا، من كشف هذا الانحراف الخطير في البرنامج النووي لحوب إفريقيا والذي أدى إلى تصنيع الأسلحة النووية ومن هنا نستنتج أن الوكالة الدولية للطاقة الذرية لا تعد عائقاً أمام تحويل البرنامج النووي المديني إلى برنامج عسكري إذا ما أرادت الدول ذلك وهذا ما يكتبه كوميبي بنفسه في كتابه في أكثر من موضع على العكس من ذلك تمثلت الوكالة في حد ذاته تقيماً في جسم أي برنامج نووي مديني يمكن البلاد منه لتصنيع وانتشار التقنيات النووية الخطيرة

١-٠ "لقد جنوب إفريقيا مثلاً بامعاً بحمل أكثر من مديني لقد شتت جنوب إفريقيا الأسلحة النووية وحربها سرّاً وقد حصل كل ذلك تحت عطاء برنامج الطاقة الذرية المديني وبمشاركة ومساعدة الوكالة الدولية للطاقة الذرية و عندما انهار نظام "المدير العسكري هناك شُففت اللثام عن هذه العملية السرية. قامت الحكومة الديمقراطية بقيادة الرئيس مانديلا طوعاً بدمير 7 شخصات نووية عسكرية كاس تملكها البلاد ولم تكف بذلك بل راح عليه تدمير كل التقنيات التي تم بموجبها تصنيع هذه الرؤوس. هذا المثال لا يدع مجالاً للشك في عدم فاعلية ودخاعة الرقابة التي تقوم بها الوكالة الدولية للطاقة الذرية على الدول لتجعلها تتقيّد بنظام حظر انتشار الأسلحة النووية، تنصروا! لم تستطع ولا لجنة تفتيش واحدة من أصل ١50 لجنة قامت بمراقبة ومحص البرنامج النووي في جنوب إفريقيا، من كشف هذا الانحراف الخطير في البرنامج النووي لحوب إفريقيا والذي أدى إلى تصنيع الأسلحة النووية ومن هنا نستنتج أن الوكالة الدولية للطاقة الذرية لا تعد عائقاً أمام تحويل البرنامج النووي المديني إلى برنامج عسكري إذا ما أرادت الدول ذلك وهذا ما يكتبه كوميبي بنفسه في كتابه في أكثر من موضع على العكس من ذلك تمثلت الوكالة في حد ذاته تقيماً في جسم أي برنامج نووي مديني يمكن البلاد منه لتصنيع وانتشار التقنيات النووية الخطيرة"

١-٠ "لقد جنوب إفريقيا مثلاً بامعاً بحمل أكثر من مديني لقد شتت جنوب إفريقيا الأسلحة النووية وحربها سرّاً وقد حصل كل ذلك تحت عطاء برنامج الطاقة الذرية المديني وبمشاركة ومساعدة الوكالة الدولية للطاقة الذرية و عندما انهار نظام "المدير العسكري هناك شُففت اللثام عن هذه العملية السرية. قامت الحكومة الديمقراطية بقيادة الرئيس مانديلا طوعاً بدمير 7 شخصات نووية عسكرية كاس تملكها البلاد ولم تكف بذلك بل راح عليه تدمير كل التقنيات التي تم بموجبها تصنيع هذه الرؤوس. هذا المثال لا يدع مجالاً للشك في عدم فاعلية ودخاعة الرقابة التي تقوم بها الوكالة الدولية للطاقة الذرية على الدول لتجعلها تتقيّد بنظام حظر انتشار الأسلحة النووية، تنصروا! لم تستطع ولا لجنة تفتيش واحدة من أصل ١50 لجنة قامت بمراقبة ومحص البرنامج النووي في جنوب إفريقيا، من كشف هذا الانحراف الخطير في البرنامج النووي لحوب إفريقيا والذي أدى إلى تصنيع الأسلحة النووية ومن هنا نستنتج أن الوكالة الدولية للطاقة الذرية لا تعد عائقاً أمام تحويل البرنامج النووي المديني إلى برنامج عسكري إذا ما أرادت الدول ذلك وهذا ما يكتبه كوميبي بنفسه في كتابه في أكثر من موضع على العكس من ذلك تمثلت الوكالة في حد ذاته تقيماً في جسم أي برنامج نووي مديني يمكن البلاد منه لتصنيع وانتشار التقنيات النووية الخطيرة"

١-٠ "لقد جنوب إفريقيا مثلاً بامعاً بحمل أكثر من مديني لقد شتت جنوب إفريقيا الأسلحة النووية وحربها سرّاً وقد حصل كل ذلك تحت عطاء برنامج الطاقة الذرية المديني وبمشاركة ومساعدة الوكالة الدولية للطاقة الذرية و عندما انهار نظام "المدير العسكري هناك شُففت اللثام عن هذه العملية السرية. قامت الحكومة الديمقراطية بقيادة الرئيس مانديلا طوعاً بدمير 7 شخصات نووية عسكرية كاس تملكها البلاد ولم تكف بذلك بل راح عليه تدمير كل التقنيات التي تم بموجبها تصنيع هذه الرؤوس. هذا المثال لا يدع مجالاً للشك في عدم فاعلية ودخاعة الرقابة التي تقوم بها الوكالة الدولية للطاقة الذرية على الدول لتجعلها تتقيّد بنظام حظر انتشار الأسلحة النووية، تنصروا! لم تستطع ولا لجنة تفتيش واحدة من أصل ١50 لجنة قامت بمراقبة ومحص البرنامج النووي في جنوب إفريقيا، من كشف هذا الانحراف الخطير في البرنامج النووي لحوب إفريقيا والذي أدى إلى تصنيع الأسلحة النووية ومن هنا نستنتج أن الوكالة الدولية للطاقة الذرية لا تعد عائقاً أمام تحويل البرنامج النووي المديني إلى برنامج عسكري إذا ما أرادت الدول ذلك وهذا ما يكتبه كوميبي بنفسه في كتابه في أكثر من موضع على العكس من ذلك تمثلت الوكالة في حد ذاته تقيماً في جسم أي برنامج نووي مديني يمكن البلاد منه لتصنيع وانتشار التقنيات النووية الخطيرة"







# التطبيقات المتنوعة

## للطاقة النووية النظيفة

81

سعاد علي السقاف

قسم الفيزياء - جامعة أمك عبد العزيز



## الإشعاع الحراري والانشطار النووي

اكتشف الإشعاع الإشعاعي بالمصادفة في عام 1896م. إذ كان هنري بيكريل يجري تجاربه بعد أن اكتشف الفيزيائي الأديس هيلهم وروثمن الأشعة السينية، هو حد أن اليورانيوم سميت أو كما يسمى اليثيميلد هـ تركب أنراً في لوح فوتوغرافي، وبدراسة ذلك الأثر أدرك أن هذا النوع من الإشعاع يختلف تماماً عن الأشعة السينية، كما اكتشف العالم الفرنسي بول فيلارد نوعاً آخر من الأشعة وهو أشعة جاما.

وبقي التفسير النظري لهذه الأشعة غامضاً حتى جاء الروجوان بيير وماري كوري وتركزت دراستهما في تلك العناصر المشعة، وأطلقا اسم النشاط الإشعاعي على هذه الظاهرة في عام 1896م.

اكتشف الانشطار النووي في عام 1938م، إذ لاحظ أوتو هان وفريتز ستراسمان أنّ العناصر الأخف تساوي تقريباً نصف كتلة اليورانيوم، واقتراحا بأن تواة اليورانيوم تمتص نيوترونًا يؤدي إلى حدوث اهتزاز عفيف وانقسامها، وبسبب الطاقة المتوقعة الناتجة من ذلك وجدا أنها تساوي 200 مليون إلكترون فولت، وتمكن العلماء من تأكيد النتيجة تجريبياً في العام التالي، لقد مثل هذا الاكتشاف أول تأكيد تجريبي لمبدأ تكافؤ المادة والطاقة الذي نُشر في ورقة علمية لألمبرت أنشتاين عام 1905م.

في السنوات الست التالية انصبّ اهتمام الدول في توظيف هذا الاكتشاف في المجال العسكري وتطوير القنبلة الذرية قبل أن يتحول الاهتمام إلى الاستخدام السلمي في عام 1945م، والسعي إلى تسخير هذه الطاقة النووية الهائلة في توليد الكهرباء، دفع المحركات، والتطور العلمي الذي يخدم البشرية<sup>(1)</sup>.

يمكن تصنيف المفاعلات النووية بشكل عام إلى نوعين، وهما المفاعلات التي توجد في محطات الطاقة النووية لتوليد الطاقة، سواء كانت لتوليد الكهرباء أو طاقة

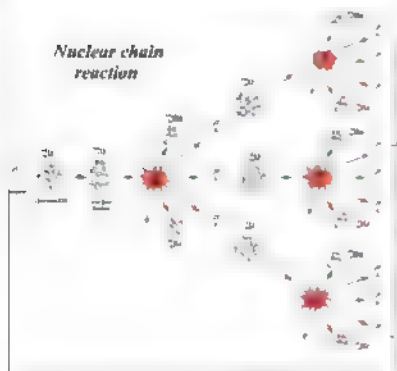
الدفع للمحركات، والمفاعلات الصغيرة التي تستخدم في إنتاج النظائر المشعة التي تستخدم في مجالات البحث العلمي، الصناعة، والطب. وستناقش تطبيقات كل من هذين النوعين هنا

### تطبيقات المفاعلات النووية الضخمة،

#### - محطات توليد الكهرباء

كانت فكرة استخدام الطاقة النووية في توليد الكهرباء استجابة للطلب المتزايد أحد أوائل التطبيقات الثورية للطاقة النووية، وذلك لتساند محطات توليد الكهرباء التقليدية التي تعمل بالوقود الأحفوري أو لتبديلها تماماً، إذ أُنشئ أول مصباح كهربائي بالطاقة النووية في مفاعل تجريبي في العشرين من ديسمبر عام 1951م، وأنشئت أول محطة نووية للاستخدام التجاري في أوبنيسك في روسيا عام 1954م، ووصل إنتاجها الصافي من الكهرباء إلى خمسة ميجاوات تُضاف إلى شبكة الطاقة<sup>(2)</sup>.

لا يكفي تحرير الطاقة النووية القوية الكامنة داخل التواة وإطلاقها لاستغلالها، بل يجب أيضاً التحكم في عملية الانشطار تلك وإدارتها بحدود، وهذا ما يحدث





وهو الجزء الذي يحتوي على قصبان الوقود النووي المكونة عادةً من كريات اليورانيوم المخصب، ويتم فيه التفاعل المتسلسل من الانشطارات المتعكك بها التي تنتج نيوترونات وطاقة هائلة على شكل حرارة تستخدم لتبخير الماء. يُمرر البخار بعدها عبر توربينات متصلة بمولدات إنتاج الطاقة الكهربائية، ومن ثم يُبرد البخار ويُضخ لإعادة استخدامه، وتستخدم سوائل التبريد لتبريد المفاعلات التي تسخن نتيجة حرارة الانشطار، وعادةً تكون من الماء، المعادن السائلة، أو الملح المنصهر<sup>(4)</sup>. تتميز هذه العملية بأنها نظيفة وصديقة للبيئة، إذ تُنتج الطاقة دون أي انبعاثات الكربون الناتجة عند استخدام الوقود الأحفوري، كما تتميز محطات الطاقة النووية بقدرتها على العمل باستمرار ودون انقطاع، وتستطيع تحمل حالات الملقح المتطرفة بأمانٍ نسبي عالٍ، مما دفع الكثير من الدول إلى تبني الطاقة النووية بجانب مصادر الطاقة التقليدية. ولقد ازدادت الموانئ الدافعة إلى تبني خيار الطاقة النووية في الألفية الجديدة بعد أن استمر إنتاجها ثابتاً إلى حد ما في الثمانينيات بسبب

في المفاعل النووي حين تساب الطاقة النووية من المفاعل تدريجياً على هيئة الحرارة والإشعاعات، بدلاً من تحريرها دفعة واحدة في انفجار ضخم كما يحدث في القنبلة الذرية. وهناك عدة أنواع من المفاعلات النووية معظمها مفاعلات مبردة بالماء، وأكثرها شيوعاً مفاعلات الماء الخفيف<sup>(3)</sup>. أهم جزء في المفاعل النووي عموماً هو قلب المفاعل،



تُصنف المفاعلات النووية بشكل عام إلى نوعين، وهما المفاعلات التي يوجد في محطات الطاقة النووية مولد الطاقة، سواء كانت لتوليد الكهرباء أو طاقة الدفع للمحركات، والمفاعلات الصغيرة التي تستخدم في إنتاج النظائر المشعة

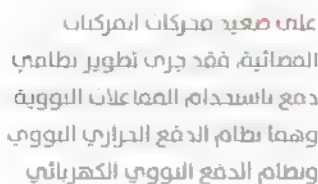




كندا بنسبة 4% فقط، بينما يتوزع باقي إنتاج الكهرباء بالطاقة النووية والبالغة نسبته 27% على بقية بلدان العالم<sup>(7)</sup> و يبلغ عدد المفاعلات النووية في العالم نحو

16-17%، ومن أهم العوامل ارتفاع حجم الطلب على الكهرباء وسمي الدول إلى تلبية هذا النمو بأسعار معقولة، والتطلعات المشتركة للحد من انبعاثات الكربون ستبني الوسائل الصديقة للبيئة، وتأتي هذه العوامل تزامناً مع توافر جيل جديد ومتقدم من المفاعلات<sup>(5)</sup> يمثل اليوم نحو 99 مفاعلاً نووياً تقملي ما يُقارب 20% من الاحتياج للكهرباء في الولايات المتحدة<sup>(6)</sup>، وفي إحصائية لعام 2016م وُجد أن حصة الولايات المتحدة تبلغ 33% من حصة الإنتاج العالمي للطاقة النووية، تليها فرنسا بنسبة 16% ومن ثم الصين بنسبة 8%، بعدها روسيا بواقع 7% وكوريا الجنوبية عند 6%. وأخيراً

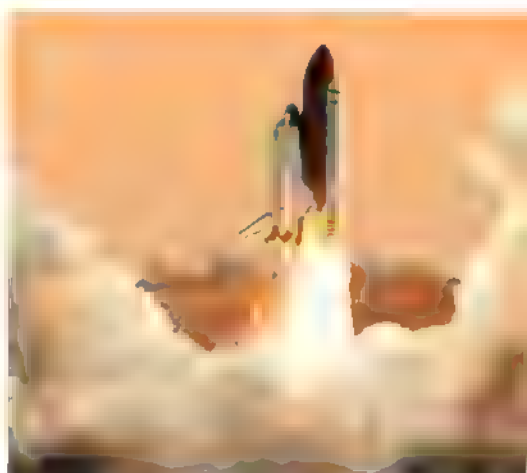
لا يكفي تحرير الطاقة النووية  
القدرت بدقة دحل البواة وإطلاقه  
لاستغلالها، بل يجب أيضاً التحكم في  
عملية الانسطار، وهذا ما يحدث في  
لمر على النجوم



كما تُستخدم مصادر الطاقة المشعة في أجهزة صغيرة جداً، مثل: البطاريات للحصول على الطاقة في مهام استكشاف الكواكب والنضاء، مثل مولدات الانبعاث الأيونية الحواري للفضائل المشعة التي تستخدم فيها الحرارة النووية لإحداث فرق جهد كهربائي بين قطبين كهربائيين أو المولدات الكهروحرارية التي تعمل بالظواهر المشعة، إذ تُستخدم الحرارة الناتجة من الاضمحلال الإشعاعي في تسخين وصلة ثنائية مصنوعة من أشياء الموصلات. ولقد وُظفت هذه التقنية في مسار فوياجر،

### - البعق في السفن والمركبات الفضائية

وينبغي أن تكون المفاعلات المستخدمة صغيرة جداً لتشغيل السفن والفواصات، وتطلب ذلك بداية الأمر وقوداً نووياً عالي التخصيب يبلغ تركيز يورانيوم-235 فيه نسبة 90%، ثم انخفضت النسبة اليوم إلى 20-25% في المفاعلات الأمريكية ونحو 50% في المفاعلات الروسية، وتستخدم المفاعلات من نوع مفاعلات الماء المضغوط لتنتج طاقةً تزيد بمقدار 108 مرات عن الطاقة الناتجة من كمية مكافئة من الوقود الكيميائي.



بعثة جاليليو إلى كوكب المشتري. ومهمة كاسيني لدراسة كوكب زحل، واستخدمت كذلك إلى جانب الأتواح الشمسية في مركبة كيوريوسيتي روفر التي هبطت على كوكب المريخ في عام 2012م<sup>(9)</sup>

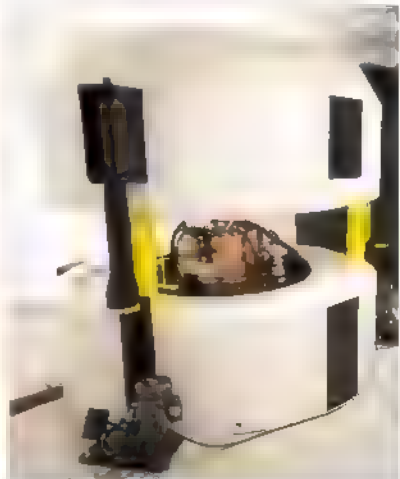
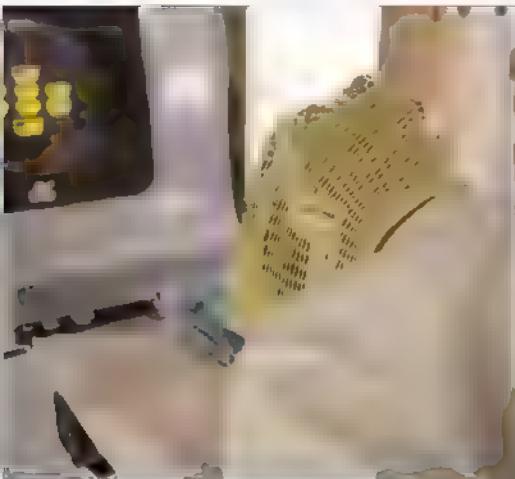
### مفاعلات إنتاج النظائر المشعة

النظائر المشعة هي نظائر العناصر الكيميائية التي تحتوي على هاض من الطاقة يفرج على شكل إشعاع مستمر لفترات زمنية تتراوح بين الدقائق الممدودة إلى آلاف السنوات، وتوجد النظائر في الطبيعة ويمكن إنتاجها صناعياً في المفاعلات عن طريق انشطار المادة المستهدفة عند قصفها بالنيوترونات، وتستخدم في مجالات مختلفة مثل الطب النووي، الزراعة، الصناعة، ومراكز الأبحاث العلمية<sup>(10)</sup>.

- المنظمة الأوروبية للأبحاث النووية (سيرن)، تأسست المنظمة الأوروبية للأبحاث النووية في عام 1954م بالقرب من جنيف في سويسرا، ويعمل بها

تتميز محطات الطاقة النووية بقدرتها على العمل باستمرار ودون انقطاع، ويستطيع تحقل حالات الطفس المتطرفة بأمان نسبي عالٍ، مما دفع الكثير من الدول إلى تبني الطاقة النووية

الفيزيائيون والمهندسون على معاكاة الظروف الأولية للكون في لحظات ولادته الأولى للبحث في بنيته الأساسية والبحث عن إجابات للكثير من التساؤلات القائمة في هيزياء الجسيمات وهيزياء المظافات العالية. يضم مختبر سيرن أكثر من تسعة مسرعات قائمة بالعمل أو في طور البناء، وكاشفات بُنيت لفرس مراقبة وتسجيل نتائج الدراسات التي تجرى على النظائر المشعة والجسيمات الأساسية، إذ تُسرّع الجسيمات





الدم، لتعطي عبر أجهزة رصد الإشعاع الناتج عن تحليلها صوراً ثلاثية الأبعاد لا يمكن الحصول عليها عبر التقنيات الأخرى، مما يساهم في الكشف المبكر للأمراض والأورام ورفع دقة التشخيص.

التصوير المقطعي بالإصدار البوزيتروني هو إحدى التقنيات والتصوير التشخيصي المعتمدة على النظائر المشعة، إذ تَعملُ المريض حقنةً من نظير مُشع ذي عمر إشعاعي قصير يكون الفلور-18 غالباً، وحين يبدأ بالتحلل من نوع امحلال بيتا تُطلق البوزيترونات (المادة المضادة للإلكترونات) التي لا تلبث أن تصطدم بالإلكترونات، فتنتج المادة وضديدها وتبعث هوتونات من نوع أشعة جاما يتم رصدها بالكاميرات المتصلة بالحاسوب لتعطي صورة ثلاثية الأبعاد للعصو المراد تصويره<sup>(12)</sup>.

كما يشمل الطب النووي تطبيقات علاجية قيمة إضافة إلى تقنيات التصوير التشخيصي، مثل علاج اللوكيميا (سرطان الدم)، واستخدام اليود المشع لعلاج فرط

بسرعات عالية تقترب من سرعة الضوء لتصلطدم إما بعضها ببعض أو بهدف ثابت، مما يولد ظروفًا تتيح دراسة تفاعل الجسيمات وتعطي صورة أقرب إلى فهم القوانين الأساسية للطبيعة<sup>(11)</sup>.

#### الطب النووي:

تُستخدم النظائر المشعة في المجال الطبي في التشخيص، والعلاج، والتعقيم، وذلك عبر إعطاء المريض جرعات صغيرة من المادة المشعة التي تُحقن غالباً في مجرى

نُستخدم النظائر المشعة في المجال الطبي في التشخيص، والعلاج، والتعقيم، وذلك عبر إعطاء المريض جرعات صغيرة من المادة المشعة التي تُحقن غالباً في مجرى الدم



أو مضاعفة طفرات وراثية مرغوبة، وأمكن من خلال التحفيز الإشعاعي وزيادة المعاصيل ثلاثة أضعاف في العقود القليلة الماضية؛ مما ساعد على تحسين التغذية وتحقيق الأمن الغذائي في عدة دول مثل بنجلاديش وأجزاء أخرى من آسيا. وفي المجال الصناعي يستخدم الباحثون النظائر المشعة

نشاط الفضة الدرقية وسرطان الفضة الدرقية، وكذلك العلاج المناعي الإشعاعي الذي يفضي له مرضى السرطان الذين لا يستجيبون للعلاج الكيميائي، وهو علاج شخصي للسرطان يجمع بين العلاج الإشعاعي والقدرة على استهداف العلاج المناعي، ويحاكي النشاط الخلوي في جهاز المناعة في الجسم<sup>(13)</sup>.

#### • الزراعة والصناعة:

من ناحية أخرى، تستخدم النظائر المشعة في مجال الزراعة، والماء، وتحسين الإنتاج الغذائي، إذ يمكن تحسين استخدام الأسمدة التي يمكن أن تلحق الضرر بالبيئة إذا أسيء استخدامها من خلال الإشعاع، وتمتثل أحد أساليب مكافحة الحشرات في استخدام المعاصيل المعدلة وراثياً مما يقلل الحاجة إلى المبيدات الحشرية. كما يمكن من خلال تعريض المينور أو أجزاء من النبات إلى الإشعاع مثل أشعة جاما الإسهام في إحداث

يمكن من خلال تعريض البذور أو أجزاء من السات إلى الإشعاع مثل أشعة جاما الإسهام في إحداث طفرات وراثية مرغوبة، وأمكن من خلال التحفيز الإشعاعي وزيادة المعاصيل ثلاثة أضعاف

الإشعاع والحرارة، واستكشاف أنظمة جديدة تساعد على تحسين تحمّل الحوادث دون خسارة في كفاءة أداء المفاعلات<sup>(15)</sup>، وضمان تحقيق تخلص آمن من النفايات المشعة سواء بقايا الوقود النووي، وملابس وأدوات العاملين في المحطات النووية، وحتى المفاعلات النووية بأكملها عند توقفها عن العمل والتخلص منها.

## المراجع

Nuclear Association  
1. <https://www.nuclear.org>  
2. <https://www.nuclear.org>  
3. <https://www.nuclear.org>  
4. <https://www.nuclear.org>  
5. <https://www.nuclear.org>  
6. <https://www.nuclear.org>  
7. <https://www.nuclear.org>  
8. <https://www.nuclear.org>  
9. <https://www.nuclear.org>  
10. <https://www.nuclear.org>  
11. <https://www.nuclear.org>  
12. <https://www.nuclear.org>  
13. <https://www.nuclear.org>  
14. <https://www.nuclear.org>  
15. <https://www.nuclear.org>

دات العمر الإشعاعي القصير حتى لا تترك بقايا في البيئة، ويتمثل استخدامها كأدوات رصد لكشف تدفق السوائل، والترشيح، واكتشاف التسريبات، وقياس تآكل المحركات والمعدات، إذ تجري عملية القياس عبر رصد كمية الإشعاع من مصدر يتم امتصاصه في المواد. وما يميز هذه الطريقة هو جدوى استخدامها في العمليات ذات الحرارة العالية، والضغط، أو في المواد المسببة للتآكل، مما يجعل استخدام وسائل القياس المباشر أمراً شبيه مستحيلاً<sup>(16)</sup>.

لقد أعطتنا تطبيقات الطاقة النووية زخماً في مختلف مجالات التقدم العلمي منذ بداية تاريخها وحتى اليوم، وقامت التقنيات النووية الحديثة برفع كفاءة استخدام الطاقة النووية بأقل التكاليف الممكنة، وتضمن مستويات الأمن والسلامة المرتبطة باستخدام الطاقة النووية التي تقلل من هبول المجتمعات لها. كما أن استمرار استخدام الطاقة النووية لتوليد الكهرباء يفرض عدداً من التحديات أمام الباحثين تتمثل في تطوير المواد المستخدمة في بناء المفاعلات وتحسين مقاومتها لمعامل



في القرن الثاني الهجري (الثامن الميلادي). قال العالم والفيلسوف العربي جابر بن حيان (-120 200هـ). باصداً للأمية بالاهتمام بالمصحح التجريبي الاستقرائي في البحث العلمي «وأول واجب أن تعمل وتُجري التجارب. لأن من لا يعمل وتُجري التجارب. لا يصل إلى أدنى مراتب الإتقان. معليك يا بني بالحرية ليصل إلى المعرفة» ومثل جابر بن حيان. قال أبو عبد الله الفروبي (606-682هـ). صاحب كتاب «عجائب المخلوقات وعرائب الموجودات». في القرن السابع الهجري (الثالث عشر الميلادي). داعياً إلى الصبر والمثابرة على البحث العلمي «إياك أن تفتّر أو تعتل. إذا لم تُصب (الهدف) في مرة أو مرتين. فإن ذلك قد يكون لمقد شروط أو حدوث مانع. فإذا رأيت معضابيساً لا يجذب الحديد. فلا تنكر حاصيه. واصرف عنايتك إلى البحث عن أدواله حتى يتضح لك أمره»

# اللغة خصوصيات العلمية العربية وضرورات تنميتها المستدامة

91

أ. د. أحمد مؤاد باشا

عضو مجمع اللغة العربية بالقاهرة





## بين اللغتين العلمية والأدبية

هكذا نجد أن اللغة العلمية عموماً تتميز بالبعد من المبالغة والمذاقية. والاستمساك بالمنهجية الموضوعية، والارتباط بحقائق الواقع، فهي لغة المختصر المفيد، والسهل الممتنع، لا وضوح وصراحة وأمانة ودقة.

أما صفة الموضوعية فإنها تعني عدم خضوع الحقائق والمفاهيم العلمية، وسلوك الطواهر الكونية في الأفاق وفي الأنفس، إلى أهواء الباحث وأمانيه الشخصية، وإذا كانت اللغة العلمية تشترك مع لغة الأدب، من نثر وشعر، في بلاغة المعنى، ودقة التعبير، واتساع الخيال والقدرة على التخيل، إلا أنها تترك له بلاغة المبني وسعر البيان. ويزيد الدكتور إبراهيم الدمرdash هذا الفرق بين لغة الأدب ولغة العلم توضيحاً بقوله: «وانك لتري الأديب في أدبه غواصاً يطلب اللآلئ من الأصداق، وسايراً في أدبه بظهوره، ناظراً إلى الماضي وما قد سلف، وتري العالم بناءً يصنع الدرّ ياذن الله، سايراً في

جابر بن حنّال



وفي القرن الثالث عشر الميلادي، أيضاً، قال روجر بيكون Roger Bacon (1214-1294م) الفيلسوف الإنجليزي والراهب الفرنسيكاني الذي درس في أكسفورد وباريس، وتعرف علوم الحضارة العربية الإسلامية، وأعجب بها كثيراً، مما جعله يوقف حياته للدعوة إلى المنهج التجريبي، بعد أن وجده سمة العلوم الطبيعية في الحضارة الإسلامية، ووصلت به الجرأة في تحرير الفكر إلى العمل على عدم المبالغة في تقديس أرسطو (ت 332ق.م)، والاعتماد على التجربة، بدلاً من التسليم بما قال به القدماء، كان يقول: «إنه باتباع المنهج التجريبي، الذي كان له الفضل في تقدم العرب، فإنه يصبح بالإمكان اختراع آلات جديدة تيسر التفوق عليهم.. ففي الإمكان إيجاد آلات تصخر عباب البحر دون مجذاف يحرّكها، وصنع عربات تتحرك من دون دواب البحر، وإيجاد آلات طائفة يستطيع المرء أن يجلس فيها، ويدير شيئاً تتحقق به أجنحة صناعية في الهواء، مثل أجنحة الطير».

## أحسن فكرة

ربما يكون من قبيل «الحدادثة» في الفكر العلمي ومنهجيته أن نذكر في هذا السياق ما قاله الكاتب الأمريكي المعاصر ريتشارد باورز Richard Powers في مقال نشرته جريدة «نيويورك تايمز» في 18 إبريل 1999م، بعنوان «أحسن فكرة شهدتها الألفية الثانية»، إذ أوضح أن الحسن بن الهيثم (965-1042م)، باستخدامه للمنهج التحريبي الاستقرائي في حل مضلّتي الضوء والإبصار، قد دلّ على سّرّ التقدم واختراع المستقبل، الذي يعزى إليه كل ما حدث بعد ذلك من اكتشافات وثورات علمية وتقنية كبرى. ثم أضاف الكاتب الأمريكي قائلاً: «ولعل فكرة ابن الهيثم سوف تظل الأفضل في الألفية الثالثة أيضاً».



الحسن بن الهيثم



أرسطو

لهذا فإننا نؤكد، من جانبنا، أن لفظة العربية لن تستطيع أن تستعيد عالميتها التي كانت عليها في عصر الازدهار الإسلامي الأول، ولا أن تحقق تميزها الشاملة المستدامة في مواجهة تحديات «الموجة اللغوية» المهيمنة في عصرنا، وفي مناسعة اللغات الحضارية المتفوقة التي يسمي أنهاؤها إلى إحراز قصب السبق نحو العالمية، إلا بثورة «تريب» شامله، وإعداد «مدونة» حصرية، لكل المصطلحات العلمية والتقنية، التراثية والمعاصرة، مما يعهد لرقمتها وخوسبتها، وفق خطة مدروسة، نحو هدف عزيز وغال، تُستحث لأجله الهمم والمؤامرات على جميع المستويات، وهذا هو الضمان الوحيد، فيما نرى، لأن يعيش لفتنا العربية الحميلة في تطور وازدهار مستمرين ومتسارعين، وفقاً لما تكشف عنه بحوث العلماء من أسرار، وما تحوّد به قرائحهم من تجديد وانتكار في الحاضر والمستقبل.

ويعرّز دعوتنا إلى هذه الثورة اللغوية المنشودة - إذا جار

علمه بصدوره، متطلماً إلى المستقبل، وما سوف يخلف. ولذلك، كانت المعاجم اللغوية جامدة، ترجع في محواها إلى ما سبق، وفي فقها إلى الأوائل. أما المعاجم العلمية ففي زيادة مطردة، تُضيف أسماء جديدة إلى مسميات ومفترعات، وتقبس من غيرها من اللغات تعريباً وتوليداً، وتزيد من التعبيرات والمصطلحات، لتقي بالحاجة المتطورة إلى مزيد من الدقة والشرح.

### ثوبة تعريب شامل

إذا كانت اللغة العلمية تشترك مع لغة الأدب، من نثر وشعر، فهي بلاغة المعنى، ودقة التعبير، واتساع الخيال والقدرة على التحيل، إلا أنها تترك له بلاغة الصنى وسحر البيان

## مشارك إنساني

يدلل عالم الفيزياء النظرية الألماني «فيرنر كارل هيزنبرج» Werner Karl Heisenberg (1901-1976م) على أهمية «الموضوعية» التي تتميز بها المعرفة العلمية ولقتها بقوله في محاضرة ألقاها على طلاب جامعة جوتنجن عام 1946م «لقد تعلمت أولاً أنه لا يهم إطلاقاً- عند محاولة تفهم التركيب الذري- إذا ما كتبت ألمانياً، أو دنماركياً، أو إنجليزياً، وتعلمت شيئاً آخر ربما كان أكثر أهمية، هو أنه من الممكن أن تقرر الشيء الصحيح والشيء الخاطئ، لم يكن الموضوع موضوع اعتقاد، أو تصور، أو فرض. فالموضوع ببساطة، إما أن تكون الجملة صحيحة، وإما أن تكون خاطئة، ليس لأصل الإنسان، أو نوعه، أي تدخل في الفصل في هذا الموضوع، إن القوانين الطبيعية هي التي تحكم، أو هل، إن الله وليس الإنسان هو الذي يحكم»

ويضرب هيزنبرج المثل على ذلك بقوله: «عندما عدت إلى كمبودج في صيف عام 1925 وتحدثت عن علمي مع مجموعة من المنظرين، كان هناك من بين الحاضرين طالب موهوب لم يمتدّ الثالثة والعشرين من العمر، أخذ مشكلاتي وكَوّن منها خلال بضعة أشهر نظرية معقولة عن العلاف الذري، كان اسمه «ديراك» -الفيزيائي البريطاني بول أدريان موريس ديراك Paul Adrien Maurice Dirac (1902-1984) - وكانت له مقدرة رياضية هائلة، وكانت طريقته في التفكير مختلفة تماماً عن طريقي، وعلى الرغم من ذلك فقد وصل في النهاية إلى النتائج نفسها التي توصلت إليها مع «بورن» - العالم الفيزيائي ماكس بورن Max Born (1882-1970) - وجوردان - Pascual Jordan (1902-1980) - على جوردان بالترتيب إلى التقاطع ذات الأهمية، وكان في هذا



فيرنر كارل هيزنبرج

التعبير- أن لغة العلم، بمصطلحاته ومقولاته وقوانينه ونظرياته ومنهجيته وأدواته، ونيل رسائله وعياداته، عالمية بطبيعتها، من حيث أصولها واستعمالاتها ومجالاتها الدلالية، بل القصايا العلمية والمكرية واللغوية التي أفرزتها فيما نطلق عليه «علوم العلم» ويكفي دليلاً على ذلك أن اللغة العلمية تتجاوز دائماً- بمصل هذه الخصوصية- لغتها التي تكونت فيها إلى لغات أخرى متعددة في كل قارات الأرض، مصلّاً عن أن لغة العلم التخصصي تلهم، بدرجات متفاوتة، مع علوم أخرى في المنظومة المعرفية الإنسانية بتصنيفاتها المختلفة، على نحو ما نجد من أقطابها الكثيرة المتداولة في الخطاب الحضاري المعاصر بكل أنواعه: الثقافي، والإعلامي، والفني، والسياسي، والديني إلى آخره، بما في ذلك الخطاب الثقافي العربي، وما تصنّته معاجم حديثة، مثل «المعجم الكبير»، و«المعجم الوسيط»، و«المعجم الوجيز».



ونضيف من جانبنا- بمباراة أخرى- أن قضايا العلم أيضاً عالمية، يسهم في حلها كل علماء العالم. ويعبر هيرنيج عن هذا المعنى بقوله: «عندما انتهيت من امتحان الدكتوراه، توجهت إلى كوبنهاجن في خريف عام 1924 لكي أعمل مع «بوره» - الفيزيائي الدنماركي «نيلز بوره» Niels Bohr (1885 1962) - وهناك تهرمت بمجموعة من الشبان من مختلف الجنسيات، من إنجلترا وأمريكا والسويد والنرويج وهولندا واليابان، كلهم يريدون العمل في الموضوع نفسه، نظرية «بوره» الذرية، واشترك الجميع دائماً فيما يشبه العائلة.. واستطعت أن أرى بوضوح أكثر كيف يخفتي التباين بين الشعوب والسلالات إذا ما تركرت الجهود في مشكلة علمية معينة.

#### خصوصيات اللغة العلمية العربية

من خصوصيات اللغة العلمية العربية مُسميات مصطلحاتها، وهي نوعان: الأول هو نوع المسميات المجردة

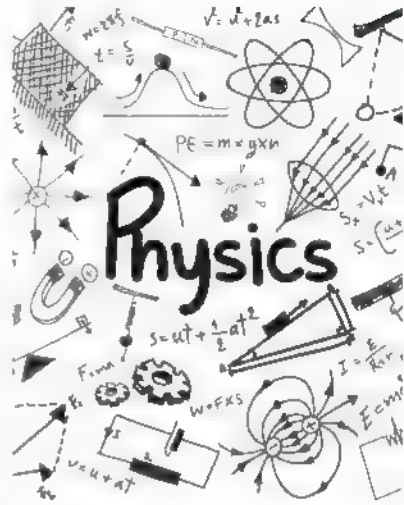
التصنيدي، وفي حقيقة أن النتائج كانت مكملة في جمال، إثبات جديد، لموضوعية العلم واستقلاله عن اللغة والسلالة والمعتقدات. ويُستخلص من هذا التقرير أن الموضوعية، بمفهوم أشمل، تعني أن المعرفة العلمية ذات طبيعة عالمية، ويشارك علماء العالم في بحث قصاهاها بملاقة متساوية، مهما اختلفت الزاوية التي يشاهدون منها.



المعاجم العلمية في زيادة مطردة، تصيف أسماءً جديدة إلى مسميات ومحترعات، وتفشس من عبرها من اللغات تعرباً ونولداً، وتريد من التعسرات والمصطلحات، لتفي بالحاجة المتطورة إلى مزيد من الدقة والشرح

والمؤلفين القدامى كانوا يلجؤون إلى سلك المصطلحات المؤتدة بالتحريب أو الترجمة الحرفية، وقد بقيت هذه المصطلحات العلمية لصيقة بالدلالة بالأصول التي ترجمت منها؛ لأنها نقلت إلى لغة فيها كثير من الخانات المازغة، وربما كانت العجزة وقلة الاحتصاص في مقدمة الأسباب التي جعلتهم يمجزون عن إيجاد المقابلات العربية لمصطلحات لا ترتبط بأشياء ذات أعيان، مثل الموالييد، بل ترتبط بمفاهيم قابلة للتجريد. ومن أهم خصوصيات اللغة العلمية العربية، أيضاً، أسماء الأجهزة والآلات والأدوات العلمية والتقنية، والتعريف الواضح بها، من حيث تركيبها، ومدى دقتها، والطريقة المثلى لاستعمالها، وأول من ابتكرها أو طورها. ومن أمثلة هذه الأجهزة والآلات والأدوات تذكر الموازين المستخدمة لتقدير الأثقال في تعيين كثافة بعض الأجسام الصلبة والسائلة، وفي تحضير الأدوية ومزجها بمقادير معلومة، وفي التمييز بين العلزات الثمينة والأحجار الكريمة وبين تلك التي تكون مشوبة أو غير نقية. وهناك أيضاً موازين استواء السطوح والأجهزة المساحية لمعرفة صعود مكان ما على مكان آخر من الأرض. وهناك غير ذلك كثير من الأجهزة والأدوات الفلكية والكيميائية والطبية والهندسية، وأجهزة القياس والمعايرة القديمة والحديثة، وغيرها.

لعبنا العربية لن تستطيع أن تسعدي  
عالميتها إلا بثورة «تعريب شامل»  
وإعداد «مذوبة حضرية» لكل  
المصطلحات العجمية واللفظية، التراثية  
والمعاصرة، مما عهد لزمعها  
وحوسنها، وفق خطة مدروسة



التي تدرك بالذهن إدراكاً مجرداً، فهي مما لا يُعَيَّن بقيتاً بالحواس، وتمثلها مصطلحات كثيرة من علوم الرياضيات والطبيعيات، ومثالها الجبر والمقابلة، والمجهول، والمعلوم، والمعتول، والقياس، والبرهان... إلى آخره؛ والثاني هو نوع المسميات الحسية التي يشترك في إدراكها الذهن والعين، فهي مما يُعَيَّن بالحواس تمييزاً؛ لأنها أشكال وأجسام لها ذوات وأبعاد، وأشهر ما يمثلها مصطلحات الموالييد، أي أسماء النبات، والحيوان، والمعادن، والكواكب، والنجوم، والمرأة، والمخروط، وبحوها.

ويلاحظ أن المسميات الموالييدية من نبات وحيوان ومعادن تختلف باختلاف البيئات الطبيعية لاختصاص بعضها دون بعض بموالييد لا تشاركها فيها بيئات أخرى، وينشأ عن هذا ما يسمى مشكلة الخانات المصطلحية العازرة؛ لأن تسمية ما تحتص به البيئة الصحراوية، مثلاً، تقابله «خانات فارغة» في الواقع اللغوي لبيئة أخرى بحرية أو ساحلية أو قطبية؛ ولهذا فإن المترجمين

كل منها بالوحدة الأساسية المشتقة منها. والرموز المبررة عنها طبقاً للنظام الدولي للوحدات:

البادئة	الرمز	القدار
إكسا	Exa	10 <sup>18</sup> E
بيتا	Peta	10 <sup>15</sup> P
تيرا	Tera	10 <sup>12</sup> T
جيجا	Giga	10 <sup>9</sup> G
ميغا	Mega	10 <sup>6</sup> M
كيلو	kilo	10 <sup>3</sup> k
هكتو	hecto	10 <sup>2</sup> h
ديكا	deca	10 da
ديسي	deci	10 <sup>-1</sup> d
سنتي	centi	10 <sup>-2</sup> c
ميلي	milli	10 <sup>-3</sup> m
ميكرو	micro	10 <sup>-6</sup> μ
نانو	nano	10 <sup>-9</sup> n
بيكو	pico	10 <sup>-12</sup> p
فيمتو	femto	10 <sup>-15</sup> f
أتو	atto	10 <sup>-18</sup> a

أما استخدام الرموز والمعادلات الرياضية، فيعدّ مما تتميز به اللغات العلمية عموماً، وتؤكد وثائق تاريخ العلوم أنّ بداية الرمزية في العصر كانت في عصر الازدهار الإسلامي على أيدي علماء الرياضيات المغاربة في القرن الثامن الهجري (الرابع عشر الميلادي)، بينما يتنسبها بعضهم إلى الفرنسي «فرانسيسكو فيتاه» F. Vieta. ويذكر ابن خلدون أنّ ابن البناء المراكشي (ت 721 هـ / 1321م) استخدم رموزاً في براهينه لغرض النقاش المبرّد، واستعمل كل من العالمين ابن الفخز الحزائري ويعقوب بن أيوب المراكشي هذه الرموز في شرحهما لكتاب ابن البناء «تلخيص أعمال الحساب».

ونذكر أيضاً من خصوصيات اللغة العلمية العربية التي تشاركها فيها لغات العالم المحتقة وحدات القياس المرجعية والمشتقة في النظام العالمي للوحدات Sy tème International d'Unités. وقد اتخذ المتر المعياري الوحدة النموذجية لقياس المسافة (الطول). كما اتخذ «الكيلوجرام المعياري» الوحدة النموذجية لقياس الكتلة، واتفق على أنّ «الثانية» هي الوحدة الأساسية لقياس الزمن. ويعرف هذا النظام الدولي للوحدات باسم «نظام المتر كيلوجرام ثانية» MKS System.

وتستخدم أجهزة وأدوات كثيرة لقياس الكميات الفيزيائية المختلفة، بعضها بسيط يعتمد على القراءة المباشرة، مثل «الفولتمتر» لقياس وحدات «الفولت» للجهد الكهربائي، و«الواطميتر» لقياس وحدات «القدرة الكهربائية» بالواط، و«الأمبيروميتر» لقياس «شدة التيار الكهربائي» بوحدة «الأمبير».

وهذه المصطلحات، على الترتيب، تنسب إلى علماء مشهورين هم: الفيزيائي الفرنسي «أندريه ماري أمبير» André Marie Ampere (1775-1836م)، والمخترع الإسكتلندي جيمس وات James Watt (1736-1819م)، والفيزيائي الإيطالي الكونت أليساندرو فولتا (1745-1827م).

أما بالنسبة إلى وحدات القياس المشتقة، فنلاحظ في حياتنا اليومية، وفي المعامل الدراسية، وفي الأبحاث والدراسات العلمية، أنه عند قياس كميات فيزيائية كبيرة أو صغيرة قد نحتاج إلى استخدام وحدات أخرى هي مصاعفات لوحدات القياس الأساسية أو أجزاء منها.

وتعرف هذه السميت لمصاعفات وحدات القياس الأساسية وأجزائها باسم «البادئات القياسية» Standard Prefixes. وقد دخلت الألفاظ الدالة على ذلك في لغات العالم المختلفة، بما فيها اللغة العلمية العربية. ويخلص الجدول الآتي هذه الوحدات المشتقة، وعلاقة

وقد استطاع العالم الأندلسي أبو الحسن علي بن محمد القلصادي (المتوفى في المغرب عام 891م/1486م) أن يصح مجموعة متطورة من الرموز الجبرية العربية: فقد استعمل لعلامة الجذر الحرف الأول من كلمة «جذر»، أي ما يقابل علامة الجذر، ولل مجهول الحرف الأول من كلمة «شيء»: (ش) يعني س، والمربع المجهول الحرف الأول من كلمة «مال» التي استخدمها الخوارزمي: (م) يعني س<sup>2</sup>، والمكعب المجهول الحرف الأول من كلمة «كعب»: (ك) يعني س<sup>3</sup>، والمربع مربع المجهول «مال المال»: (مم) أي س<sup>4</sup>، وعلامة المساواة بالحرف ل (من يعدل)، أي ما يقابل (=)، والنسبة ثلاث نقط (:) أي ما يقابل (:). أما علامة الجمع فكانت عطفاً بلا (واو)، أي تكتب الحدود المجموعة بجانب بعضها البعض. ويتجنب القلصادي عملية الطرح بنقل الحد المطروح مباشرة إلى الطرف الثاني من المعادلة.

فمثلاً المعادلة (ل 38) تعني بالرموز الحديثة (س<sup>2</sup> + 19س = 38) والمقدار يعني (49). وهكذا مهّد علماء الحضارة الإسلامية للانتقال من لغة الكلمات إلى لغة الرموز في التعبير عن المعادلات والقواعد الجبرية. وقد يبدو للبعض أن استحداث التمييز بالرموز أمر قليل الأهمية ولا يدخل في صلب الأسس المنهجية لعلم الجبر، وهذا اعتقاد خاطئ تماماً؛ لأن استعمال الرموز قد ساعد كثيراً على تبسيط إجراء العمليات الحسابية والجبرية، فضلاً عن أهميته الخاصة في بناء الأنساق الرياضية المجردة، بل إن تأخر تحقيق هذا الإنجاز المهم كان سبباً رئيساً في تباطؤ تطور علوم الرياضيات، ولم يبدأ ظهور الرموز الجبرية في أوروبا إلا عندما ظهرت إشارات الجمع (+) والطرح (-) أول مرة في كتاب للعالم التشيكي «وايدمان» نحو عام (1489م). ثم ظهرت رموز أخرى بداية من القرن السادس عشر الميلادي عند علماء ألمانيا وإيطاليا وهنريسين.

الخوارزمي





الموضوعية، بمفهوم أشمل، تعني أن المعرفة العلمية ذات طبيعة عالمية، ويشترك علماء العالم في بحث قضاياها بعلاقة متساوية، مهما اختلفت المراتب العلمية التي قسما

ومن مظاهر العالمية التي تختص بها اللغة العلمية العربية، وتشاركها فيها كل لغات العالم، استخدام الاختصارات، والأرقام، والأشكال التوضيحية، والرسوم، والجداول، وغيرها. وفي هذا كله إيجاز يفني عن صفحات من الكلام، ويختصر الطريق إلى الفهم والإقناع. ولولا كل هذه الوسائل التي تُعين على التمييز والتحديد في الكم والمقاس، لما أمكن للعالم، أو المهندس، أو غيرهما من المشتغلين بالعلوم الرياضية والتجريبية والتطبيقية أن يميزوا عما يريدون في محيط فكرهم وعملهم. ولو أنهم اقتصرُوا على حروف الهجاء وألفاظ اللغة، كما هي الحال في لغة الأدب، ومعظم فروع العلوم الإنسانية، لأعْيَتْهم الحيل، وسُتت أمامهم السبل.

ومن شأن كل هذه الوسائل والأدوات المستخدمة للتعبير عن الكميات العلمية بمقاديرها أن تجعل اللغة العلمية عموماً، ومنها لغة العلم العربية، عالمية متميزة عن اللغة الوصفية العامة التي تستخدمها في حياتنا اليومية. فالتعبير عن اللون - مثلاً - في لغة المعرفة العلمية هو تحديد طول الموجة الصوتية وموضعها في الطيف الكهرومغناطيسي الذي يضم جميع الموجات المشتركة في عدد من خواصها. مثل موجات الراديو والتلفزيون، وموجات الأشعة الكونية والأشعة السينية وأشعة جاما، وغيرها.

وبقاس تقدم أي علم من العلوم بمقدار دقة تعريف المصطلح والمفاهيم الواردة فيه، والتعبير عنها بمقادير

كمية. وهذا يتضح من المقارنة، مثلاً، بين العلوم الطبيعية الأساسية، كالفيزياء والكيمياء، وبين العلوم الإنسانية، كالاقتصاد والتاريخ. فالعلوم الطبيعية وصلت بانفتاحها إلى مرحلة استخدام صيغ رياضية دقيقة تعبر عن النتائج التي تصل إليها في معظم فروعها، بينما معظم العلوم الإنسانية لا تزال تستخدم مفاهيم تقتصر على التعبير الكمي الدقيق، من قبيل «طبقة»، و«مجتمع»، و«جماعة»، وغيرها. وقد حدا هذا ببعض العلوم الإنسانية إلى التشبه بالعلوم التجريبية في اصطلاح مناهج للبحث، واستخدام المنهج الإحصائي لتحويل الكم إلى كيف، أو التعبير عن الظواهر بأعداد أو نسب مئوية، والمقارنة بينها لإمكان معرفة أكثر الظواهر تأثيراً، مثل ما يتبع في طرق البحث الاجتماعي على سبيل المثال. لكن النتائج الإحصائية في مثل هذه الحالات لا تُعد نهائية، ويختلف تفسيرها من باحث إلى آخر، بعكس النتائج العلمية لظواهر العلوم الطبيعية، من أجل هذا كانت أجهزة القياس الدقيق من أهم أدوات اللغة العلمية التي تكتسب دقتها من مدى دقة تعبيرها عن مقولات العلم وحقائقه. استطراداً لما ذكرناه عن خصوصيات اللغة العلمية وطبيعتها العالمية، والنجاحها في كل مراحل تطورها مع كل جديد يكشف عنه نشاط العلماء والباحثين في مختلف المجالات، مما يجعلنا نسح عليها أيضاً أنها «لغة مستقبلية»، بمعنى «رأسها في الوثيق، وبأنفها في المبعود» بما مرره العلوم من أفكار ونظريات، وبما تحرره التقنية من أجيال المخترعات، فإنما تشير هنا إلى ما ذكره «بيل جيتس» Bill Gates في كتابه «المعلوماتية بعد الإنترنت» (طريق المستقبل) (The Road Ahead) الصادرة في 1995 عن توقعاته لمستقبل الرقمنة والحوسبة بقوله: «عصر الطريق السريع للمعلومات، سيصبح بإمكان وثائق إلكترونية ثرية المحتوى حمل أشياء لا يمكن قطعة من الورق أن تحملها، فسوف تتيح لها تقنية قواعد بيانات



## تحدي الترجمة الآلية

من ناحية أخرى، تواجه العربية تحدياً كبيراً فيما يتعلق بالترجمة الآلية التي ظلت حلاً يراود خيال كثيرين منذ ظهور الحاسوب في أواخر الأربعينيات من القرن العشرين. وبعد سلسلة من الديدات الفاشلة. لكن الترجمة الآلية أصبحت الآن إحدى الفايات النهائية التي تصب فيها معظم روافد نظم التحليل والتركيب اللغويين، فضلاً عن أنها تُعد نموذجاً مثالياً محوسباً لدراسة أداء المنظومة اللغوية. على أن أعقد المشكلات التي تواجه نظم الترجمة الآلية تتمثل في الاستعارة والمجاز. ولهذا فإنه ربما ينبغي أن تضاعف الجهود في المستقبل لحل مشكلات ترجمة الوثائق العلمية والفنية التي تتسم بالصياغة المنظمة إلى حد كبير.

كما أن تطلق الموضوعات التي تتعامل معها نظم الترجمة الآلية بعد من أهم القضايا التي تحتاج إلى دراسات لغوية وحاسوبية وبرامج مطوّنة. فكلغة «هانون» في مجال التشريع غيرها في مجالات الموسيقى (بمعنى الآلة المعروفة). والعلوم الطبيعية (بمعنى القاعدة العلمية). ولهذا السبب يبدو أن تطوير نظم للترجمة الآلية غير معدة الموضوع يعد أملاً بعيد المنال في ظل المتاح حالياً من الوسائل اللغوية والمصممة والآلية.

ويمثل التباين بين اللغات الطبيعية. أيضاً، خاصة تلك التي تدرج تحت فصائل لغوية كالإنجليزية في مقابل العربية، أو اليابانية أو الصينية. مشكلة أساسية لنظم الترجمة الآلية. وهناك اختلافات جوهرية في رتبة الكلمات داخل الجملة وأشياء الجملة. واستخدام الصمات. فالعربية، مثلاً، على عكس الإنجليزية، تقدم الفعل على الفاعل. والموصوف على الصفة، وتستخدم الصمات المسترة وصمات الربط.

وأخيراً، وليس آخراً، يمثل دقة الترجمة الآلية، وأسلوب تقييم نظمها المختلفة معصلة أخرى تلقي مآعباتها

الطريق السريع للمعلومات عالية الفاعلية أن تُنهض. ويتم استرجاعها بالاستمرار في التفاعل لمحتوياتها. وسوف يحل هذه الوثائق الرقمية الجديدة محل الكثير من الوثائق المطبوعة على الورق... وفي المستقبل القريب، سوف تكون بالإمكان محاكاة الواقع بكل وجوهه بإحكام متزايد، وسيصبح لنا هذا الواقع الافتراضي أن نذهب إلى أماكن. وأن نعمل. أشياء لن يتسنى لنا أبداً أن نذهب إليها. أو أن نفعلها بأي طريقة أخرى. ونصيحتي هي أن تستعمل بالسرعة الممكنة عن التقنيات التي تتصل بعينك، فكلماً ازادت معرفتك بها، بدت أهل إرباكاً بالنسبة إليك.

ونقلنا الدكتور نبيل علي- رائد الحوسبة اللغوية- في كتابه «العرب وعصر المعلومات» إلى إشكالية اللغة كما لم يحدث لها من قبل، بعد أن أظهرت المواجهة بينها وبين تقنية المعلومات مدى الحاجة الماسة إلى المراجعة الشاملة للمنظومة اللغوية ككل. وذلك حتى تنهيا اللغة للقاء آلة الحاسوب المثيرة للتحدي. هذا من جهة اللغة، أما من جهة الحاسوب فقد كان لزاماً أن يتأهل هو الآخر للقاءه الحاسم مع اللغة. وهكذا وجد اللغويون والحاسوبيون أنفسهم أمام تحدٍ حقيقي، مصدره أن ما هو متاح حتى الآن من علم وتقنية لا يكفي لمواجهة إشكالية «اللغة-الحاسوب»، ولا بديل عن شق دروب علمية ولغوية جديدة لم تكن مطروقة في العالم من قبل. لهذا كان من الضروري أن تنشأ مراكز بحثية متخصصة في علاقة اللغة بتقنية المعلومات. سبقت إليها دول متقدمة. ولم يقنع العرب إلى أهميتها إلا حديثاً، عظم إلى الوجود علم «اللسانيات الحاسوبية»، وعلم «هندسة اللغة» وصاحبتها ثورة علمية لغوية كشفت عن أزمة حقيقية في تناول منظومة اللغة العربية من منظور معلوماتي، رقمية وحوسبة. في ضوء المقارنة مع لغات طبيعية أخرى. حققت تقدماً ملحوظاً في تعاملها مع الحاسوب، ونهضت بالدرس اللغوي إلى آفاق بعيدة.

ويبقى التنبيه على أن الهدف الأسمى لمعالجة اللغات الطبيعية، بما فيها اللغة العربية، حاسوبياً يتمثل في الوصول إلى نظام أوتوماتي لفهم السياق اللغوي في صورته المنطوقة والمكتوبة، وهناك عدة محاولات ناجحة في اتجاه تحقيق هذا الهدف تغلبت على معضلة «المعنى» في اللغة على كل من المستوى المعجمي، والمنطقي، والسياقي، إضافة إلى دراسة أثر مقام الحدث أو الحديث في تفسير معناه. كما يصب في نظم الفهم الأوتوماتي نتائج المعالجات اللغوية (الصرفية والنحوية والدلالية والمجمعة)، وبما حذا لو اكتسبت هذه النظم المعرفة الدارجة التي يدركها الإنسان بحسنة الطبعي. وهناك بالفعل عدة محاولات لتطبيق أساليب التحليل الدلالي على نصوص عربية قصيرة تفعلني أحد الموضوعات الأدبية، أو العلمية، أو القانونية، أو غيرها. ولعل من أهم المجالات التي استفادت فيها أساليب الإحصاء والتحليل اللغويين، تلك الخاصة بتحليل النتائج الأدبي، تراثه وحديثه، منثور وم منظومه، وذلك بهدف تحقيق التراث، وتقييم خصائص أساليب الكتاب كميّاً، وتحديد مدى تأثر الأدباء والشعراء بمن سبقوهم، بالإضافة إلى فهرسة النصوص آلياً

#### الخاتمة

«إن لغتنا العربية الشريفة لن تستطيع أن تستعيد عالميتها التي كانت عليها في عصر الازدهار الإسلامي الأول، ولا أن تحقق تميزها الشاملة المستدامة في مواجهة تحديات «العولمة اللغوية» المهيمنة في عصرنا، وفي منافسة اللغات الحصارسة المنموقة، إلا بثورة «تعريب شامل، وإعداد «مدونة حصريّة» لكل المصطلحات العلمية والتقنية التراثية والمعاصرة، تمهيداً لترقيتها وحوسبتها، وفق خطة مدروسة بعناية فائقة، نحو هدف عريض وغال، تستحث لأجله المزاثم والهمم على جميع المستويات».

الترجمة الآلية أصبحت الآن إحدى العبات البهائية التي يصب فيها معظم رواد نظم التحليل والتكريب اللغويين، مملاً عن أنها تعدّ أمودجاً مثالية محوسباً لدراسة أدب المنطوقة اللغوية

وتبعاتها على حجم التدخل البشري المطلوب لتحرير النص قبل ترجمته pre editing أو تهيئته بعد ترجمته post editing. وفي جميع الأحوال، تمد الترجمة العلمية من اللغة العربية واليها قضية مرهونة بالحجم المتاح من مدونة تعريب المصطلحات العلمية والتقنية الموحدة، والتي يؤمل أن تكون مدونة حصريّة ومتعددة مع تجدد العلوم والاكتشافات وقد قام المؤلف من جانبه بوضع نموذج مبدئي لمجمين مفاهيمي وتاريخي للمصطلحات العلمية والتقنية التراثية والمعاصرة على موقعه الإلكتروني، ويهيب بأهل الاختصاص في مجالاته أن يملأوا في استكمالها تبعاً



سؤال ساووليه محلة دا سايسست مي  
 تقرير أعدته لورا سيبيي. فقد بدأ العلماء  
 والمؤرخون ورجال السياسة على حد سواء  
 يحذرون من أن الحصار الغربية بلغت في  
 اللحظة الراهنة مفترقاً حرجاً ولا سيما أن  
 دوراب من التماوب الاقتصادي واستخدام  
 الموارد بلغت نقطة انقلاب، لطالما دفع  
 كثير من الحصارات السابقة نحو الاضطراب  
 السياسي والحرب، ومن ثم الانهيار تماماً  
 إلا أن معظم الناس مستمرون في  
 حياتهم سعداء وغير مدركين أن الانهيار  
 ربما يكون وشيكاً، فهل أبناء الغرب في  
 عملة عن الخطر المحدق بهم؟ والأهم من  
 ذلك هل يحمل العلم أفكاراً حول حقيقة ما  
 يحدث الآن وما سيحدث لاحقاً وما بالإمكان  
 عمله لتغيير مسار الأمور؟



# هل الحضارة الغربية آيلة للسقوط؟

103

زينا العاني مغربل

مترجمة سعودية-الولايات المتحدة الأمريكية



كذلك يبدو مفهوم الحضارة الغربية مبهماً بعض الشيء. إذ يقصد به عموماً أجزاء من العالم تسودها ثقافة تمود أصولها إلى أوروبا الغربية، بما في ذلك شمال أمريكا وأستراليا وسويسرا. لكن الحدود تلتبس وراء ذلك. ثمة حضارات أخرى منها الصين أقيمت على مجموعة أخرى من العادات الثقافية، لكن رسم حدود هذه الثقافة أمر معقد في عصر العولمة.

على الرغم من هذه الصعوبات، إلا أن بعض العلماء والمؤرخين يعمدون على تحليل نهوض وسقوط الحضارات القديمة بحثاً عن أنماط ربما تنبئنا إلى ما سيحدث.

### نهاية العرب

هل من أدلة على أن الغرب شارف على الانتهاء؟ يرى بيتر تورشين Peter Turchin، خبير الأنثروبولوجيا

فكرة تراجع القوة والتقود الغربي تدريجياً وتمهيداً لهوي مياغات فكرة متداولة منذ زمن. لكنها اكتسبت طابعاً ملارناً إثر أحدث المستجدات السياسية. واستخدام العلم للتنبؤ بالمستقبل ليس أمراً سهلاً لأسباب كثيرة، منها صعوبة تعريف الانهيار والحضارة الغربية.

فتحن نتحدث عن تداعي إمبراطورية الروم في منتصف الألفية الأولى على سبيل المثال، على الرغم من توافر الأدلة على استمرار هذه الإمبراطورية بشكل أو بآخر عدة قرون بعد ذلك، وبقاء أثرها حتى يومنا هذا.

كذلك يمكن جعل نهاية عصر القديمة تغييراً في موازين القوى أكثر من كونها حدثاً كارثياً أودى بعبادة الجميع.

فحين نتحدث عن انهياره هل نعتني فقدان البشر لكل شيء وعودتهم إلى القرون الوسطى؟ أم أنه سيكون اضطراباً اجتماعياً وسياسياً يستمر لمدة زمنية ما؟



بمجتمع متساوٍ عموماً. ولكن مع النمو السكاني يبدأ عرض اليد العاملة بالتفوق على الطلب حتى تصبح العمالة رخيصة، فتتكون فجوة ثرية بينهما تتهاوى معايير عيش العمال.

كلما ازداد التباين بين فئات المجتمع، دنت الدورة من مرحلة أكثر تعميراً يساهم فيها يؤس الطبقات الدنيا وصراع أبناء طبقة النخبة في الاضطراب الاجتماعي ومن ثم الانهيار. عندئذ تبدأ الدورة الثانية الأفسر التي تستمر خمسين عاماً، وتتألف من جيلين أحدهما ينعم بالسلام والآخر يعيش في اضطراب.

وقد لاحظ تورشين عند دراسة التاريخ الأمريكي ذروات اضطراب عام 1870 و1920 و1930م. بل الأسوأ من ذلك أنه يتنبأ بأن نهاية دورة الخمسين عاماً التالية التي يتوقعها عام 2020 ستصادف المرحلة المضطربة من الدورة الأطول، ما سيسفر عن شترة اضطراب سياسي قريبة على الأقل مما حدث في عام 1970م في أشد لحظات حركة الحقوق المدنية والمظاهرات المناهضة لحرب فيتنام في الولايات المتحدة.

وفي هذا التقبُّ أصداء لسيناريو آخر رسمه مؤرخان هاويان عام 1997 هما ويليام ستراوس William Strauss ونيل هاوي Neil Howe في كتابهما The Fourth Turning: An American Prophecy (الانعطاف الرابع: نبوءة أمريكية). إذ زعما أن الولايات المتحدة ستلج في نحو عام 2008 مرحلة أزمة ستبلغ ذروتها في العشرينيات من القرن الراهن، وهو زعم يقال إنه ترك أثراً بالغاً في نفس ستيف بانون، كبير المستشارين الإستراتيجيين السابق لدى دونالد ترامب. الجدير بالذكر أن تورشين أعرب عن تصوره في 2010 قبل انتخاب الرئيس الأمريكي الراهن دونالد ترامب وما صاحب انتخابه من تعارك سياسي، لكنه لفت منذ ذلك الحين إلى أن المعدلات الراهنة من الانقسام

جدي يحدث عن "النهيار" هل يعني فقدان البشر لكل شيء وعودتهم إلى القرون الوسطى؟ أم أنه سيكون اضطراباً اجتماعياً وسياسياً يسمر لمدة زمنية ما؟

التطورية في جامعة كوينسكتك مؤشرات مثيرة للقلق، فقد كان تورشين عالم أحياء سكانية يدرس دورات ازدهار وتراجع الحيوانات المفترسة والفرائس حين أدرك أنه يمكن تطبيق المعادلات التي يستخدمها لتوصيف صعود الحضارات القديمة واندهارها.

من ثم بدأ في نهاية التسمينيات تطبيق هذه المعادلات على البيانات التاريخية بمعنى عن أنماط تربط عوامل اجتماعية مثل التفاوت في الثروة والصحة بالاضطراب السياسي. فلاحظ دورتين متكررتين مرتين بسرعات اضطراب منظمة محددة لمصرها إحدى هاتين الدورتين هي دورة "قريبة، نوم قريب أو ثلاثة نداء

باعت تورشين إلى أن المعدلات الراهنة من الانقسام السياسي والتعاون الاقتصادي في الولايات المتحدة من دلائل بلوغها مرحلة الانحدار، وأن في خروج بريطانيا من الاتحاد الأوروبي وأزمة كندا في إسبانيا ما يوحي بأن الولايات المتحدة ليست المنطقة الوحيدة المتأزمة في الغرب

السياسي والتفاوت الاقتصادي في الولايات المتحدة هي دلائل على بلوغها مرحلة الانحدار من الدورة. وأن في خروج بريطانيا من الاتحاد الأوروبي وأزمة كتالونية في إسبانيا ما يوحي بأن الولايات المتحدة ليست المنطقة الوحيدة المتأزمة في الغرب.

ولا يملك تورشين إجابة لما سيحدث بعد ذلك، فتمودجه يعمل على مستوى قوى مؤثرة على نطاق واسع ولا يستطيع تحديد الحدث الذي قد يحول حالة الصيغ إلى حالة اضطراب أو مدى تدهور الأحوال بعد ذلك. كيف يتحول الاضطراب أحياناً إلى انهيار؟ ولماذا أسئلة تشغل عالم الرياضيات في جامعة ميريلاند الأمريكية صفا موتشارري Sefa Motesharrei إذ لاحظ أن بعض الفرائس في الطبيعة تبقى على قيد الحياة دائماً لتستمر دورة الطبيعة، إلا أن بعض المجتمعات التي تداعت مثل حضارة المايا والحثيين مثلاً لم تتمكن من التمسك أبداً.

### وقت سليب

للإجابة عن هذه التساؤلات، قام موتشارري بنمذجة المجموعات السكانية البشرية على أنها حيوانات مفترسة، والموارد الطبيعية على أنها فرائس. ثم قسم مجموعة الحيوانات المفترسة إلى مجموعتين غير متساويتين، مجموعة الصموة الثرية ومجموعة الأفراد العاديين الأقل ثراءً، فوجد أن من شأن حالة التفاوت البالغة أو استنزاف الموارد دفع المجتمع إلى الهاوية، لكن الانهيار لا يكون كلياً إلا إذا صادف اجتماع الطرفين، «إذ يفدي أحد الطرفين الآخر» على حد قول الباحث. فالثراء يحمي الأثرياء من آثار استنزاف الموارد مدة أطول مقارنة بغير المقتدرين، لذلك يقاومون النداءات المطالبة بتغيير إستراتيجي، حتى هوان الأوان. نذير شوم بلا شك للمجتمعات الغربية التي بلغت درجات خطيرة من عدم التساوي، ولا سيما أن نسبة

1% الأكثر ثراءً في العالم يملكون الآن نصف الثروات، وفق أحدث التحليلات، وأن الهوة التي تفصل أصحاب الثراء الفاحش عن سائر البشر تتزايد منذ الأزمة المالية العالمية التي طرأت في 2008.

بل إن الغرب في اللحظة الراهنة ربما يعيش في حيز سلب من الزمن، فقد بينت مجموعة موتشارري أن الاستهلاك السريع لموارد غير متجددة مثل الوقود الأحفوري ربما يمكن المجتمع من التماسك على نطاق يمضي بكثير ما كانت ستتيحه الموارد المتجددة وحدها، الأمر الذي يمكنها من تأجيل الانهيار الذي يكون أشد وطأة بكثير لحظة وقوعه، وفق ما خلص إليه الباحثون.

### مشهد مظلم

رسم جوزيف ترينر Joseph Trainer، خبير الأنثروبولوجيا في جامعة يوتا الأمريكية ومؤلف كتاب The Collapse of Complex Societies (انهيار المجتمعات المعقدة) مشهداً مظلماً إذ استقرأ السيناريو الأسوأ الذي تنقطع فيه موارد الوقود الأحفوري فينقطع بدوره الماء والغذاء ما يسفر عن فناء الملايين من البشر خلال أسابيع.

رسم جوزيف ترينر خسر الأنثروبولوجيا في جامعة يوتا الأمريكية ومؤلف كتاب (انهيار المجتمعات المعقدة) مشهداً مظلماً إذ استقرأ السيناريو الأسوأ الذي تنقطع فيه موارد الوقود الأحفوري فينقطع بدوره الماء والغذاء ما يسفر عن فناء الملايين من البشر خلال أسابيع



المثال، حين تهدمت الإمبراطورية الرومانية، نشأت مجتمعات جديدة لكن اقتصاد وثقافة وهياكل هذه المجتمعات كانت أقل تعقيداً، فعاش الناس حياة أقصر وأكثر مرسناً. يرى تورشين أنه من غير المرجح أن يحدث هذا اليوم وعلى هذا الصعيد لكّنه لا يستبعد مصيراً أقل وطأة منه: انقسام الاتحاد الأوروبي أو قد الولايات المتحدة على سبيل المثال تقودها من خلال حلف شمال الأطلسي وحلفائها المقربين، مثل: كوريا الجنوبية،

وشمة من يرى على صعيد آخر، مثل يانير بار- يام Yaneer Bar Yam في معهد نيو إنغلاند للأنظمة المعقدة في ماساتشوستس في هذه التغيرات العالمية زيادة في التعقد، مع تخلي الحكومات الوطنية عن نفوذها لمصلحة شبكات نفوذ أكثر تمركزاً وأكثر امتداداً وكأن العالم بات أكثر اندماجاً.

### الغرب ليس على ما يرام

بصرف النظر عما سيحدث تحديداً، يكاد الجميع يتفق على أن مستقبل العرب غير جيد. هل ثمة ما بوسعنا القيام به لتخفيف وطأة الضربة القادمة؟ يقول تورشين إن التلاعب بالقوى المعقدة لهذه الدورات،

مشهد كارثي بالفعل، لكن الجميع لا يجمع على صحة تطبيق نموذج الازدهار والتراجع على المجتمع الحديث، فربما صح تطبيقه على المجتمعات حين كانت أصغر حجماً وبمناى عن أحدها الآخر، لكن هل يمكن عملياً تصور تلاشي الولايات المتحدة إثر حرب أهلية ضارية تودي بالجميع؟ ثمة جيوش من الطعام والمهندسين العاملين على تطوير حلول ومن الممكن من الناحية النظرية تقادي أخطاء المجتمعات السابقة، فضلاً عن أثر العولة على تعزيز هذه المجتمعات.

### البحث عن المصطلح

هذا يعود بنا إلى تعريف المقصود بالانهيار. فقد عرف فريق مونتشارعي اليشمي انهيار المجتمعات تاريخياً وفق الحدود الجغرافية البحتة، فإن تمكن بعضهم من البقاء وهاجر بحثاً عن موارد جديدة، كَوْن مجتمعاً جديداً وفق هذا المعيار، انهارت حتى المجتمعات الأكثر تقدماً بشكل نهائي وهو مصير محتمل للغرب أيضاً، لكّنه لا يعني بالضرورة بادة تامة.

لذا نقادى عدد من الباحثين استعمال كلمة «انهيار» ويمضون التحدث عن «فقدان سريع للتعقد»، على سبيل



مثل رسم إستراتيجيات ضريبية أكثر تحوراً على سعيد المثال لمعالجة الثغرات في الدخل وتضخم الدين العام، ربما يمكن القرب من تفادي وقوع الكارثة.

أما مونتشاري فيعتقد أنه ينبغي الحد من النمو السكاني إلى مستويات مستدامة وفق نموذج. لكن هذه المستويات تتباين مع الزمن حسب الموارد المتبقية ومدى استدامة الاستهلاك.

يبد أن المشكلة في هذه الحلول تكمن في أن الإنسان أثبت عدم إتقانه التخطيط للعدى البعيد. وفي بحوث علم النفس الحديثة ما قد يفسر السبب، إذ يغير علم الإدراك نمطين من التفكير، أحدهما آلي، سريع وغير مرن والآخر أبطأ، أكثر تحليلاً ومرونة. لكل نمط استعماله وفق السياق ولطالما عد تواترهما النسبي في مجموعة سكانية مستقراً. لكن ديفيد راند David Rand، خبير علم النفس في جامعة ييل الأمريكية يرى أن السكان ينتقلون من دورة تفكير إلى أخرى على مدى الزمن.

لنقل على سبيل المثال أن ثمة مجتمعاً يعاني مشكلة في النقل. تقوم مجموعة صغيرة من البشر بالتفكير بشكل تحليلي وابتكار السيارة، فتُحل المشكلة ليس لأجلهم فقط بل لأجل الملايين، أي عدد أكبر من الناس الذين لا يعودون في حاجة إلى ممارسة التفكير التحليلي في هذا المجال على الأقل، فيحدث عندئذ تحول إلى نمط التفكير الآلي.

هذا ما يحدث كلما ابتكرت تقنية جديدة جعلت البيئة أكثر قابلية للعيش، إذ تبدأ المشكلات بالتراكم بمجرد استعمال أعداد بالغة من الناس هذه التقنية دون بصيرة بغير المناخ يثر الاستهلاك المفرط للوقود الأحفوري مثال آخر على ذلك، كذلك الإفراط في استهلاك المصادات الحيوية بما أدى إلى نمو المقاومة الجراثيمية للعلاج. أو الإفراط في توزير المال للتقاعد.

ويقول جوناثان كوهن Jonathan Cohen عالم النفس في جامعة برنستون الذي طور نظرية راند إن هذه النظرية ربما تحل لغزاً قديماً بشأن سلوك المجتمعات: لماذا تستمر في سلوكها المدمر للذات حتى بعد أن يمر أصحاب التفكير التحليلي الخمر المصدق بهم؟

تجدر الإشارة هنا إلى أن هذه ليست المرة الأولى التي يتم فيها الربط بين تطور المجتمعات وعلم النفس البشري، ويقر العلماء ببساطة نماذجهم حتى الآن. وفي حين لا يحاول راند توجيه أية سياسة إلا أن نموذجه يرسم توجهاً عاماً يجدر النظر فيه والبحث عن حلول. فلا بد أن يكون التعليم جزءاً من الحل وفق كوهن الذي يؤكد ضرورة زيادة تمعيد الفكر التحليلي في الصموف الدراسية.

لكن ترينر يرى أن محاولة زرع المزيد من الحكمة والنظر في المواقف مجرد حلم؛ لأن علم الاقتصاد السلوكي إذ يدلنا على أمر، فإننا يدلنا على أن صنع القرار عند البشر يتم بالمعاطفة بشكل متزايد، وليس بالمعقلانية. ويرى أن من الأولى الآن معالجة تراجع معدل الابتكار مقارنة بحجم الاستثمار في البحث والتطوير. في الوقت الذي تنامي فيه مشكلات البشرية صعبة، فهو يتوقع عجز الابتكار التقني عن إنقاذنا في المستقبل خلافاً لحاله في الماضي.

هل القرب في المآزق حرج قد لا يستطيع الخروج منه؟ احتمال وارد. لكن البقاء يتوقف في نهاية المطاف على مدى سرعة تكيف الناس، فإن لم تقلص الاعتماد على الوقود الأحفوري، وبمعالج التفاوت الفاحش في مستويات المعيش، وتوجد طريقة لوقف تلاحر أبناء النخبة فيما بينهم، لن تكون النهاية سعيدة.

أما إذا نجا القرب من المآزق حسب ترينر، سيكون ذلك بمحض الحظ لا الحكمة، «نحن الجنس الذي كان وسيبقى يتخصص طريقه إلى بر الأمان دون تخطيط».

عدسة علمية









# المريخ الكوكب الأحمر.. لماذا الآن؟

113

د. كعب بن عبد الرحمن المضطرب

قسم الفلك - مدينة الملك عبد العزيز  
للعلوم والتقنية



## الحدثان العالميان

الحدث الأول عندما استطاع رائد الفضاء وفائز المظاهرات التمساوي فيليكس باومغارتنر، في 14 أكتوبر 2012م، تجاوز الغلاف الجوي، ويسقط منه سقوطاً حراً، ليكون أول إنسان يقبل ذلك منذ أن عرف الطيران على يد عباس بن فرناس. استمرت الرحلة كاملة ساعتين ونصف الساعة، في حين أن السقوط الحر من بدايته حتى فتح مظلة استمر فقط 4 دقائق و22 ثانية، أما طول الرحلة وصولاً للأرض فقد استغرق 9 دقائق و9 ثوانٍ، وقد وصلت سرعته إلى 1342.8 كيلومتر في الساعة، أي أسرع من سرعة الصوت في الهواء، وتبادل 1.24 ماخ.

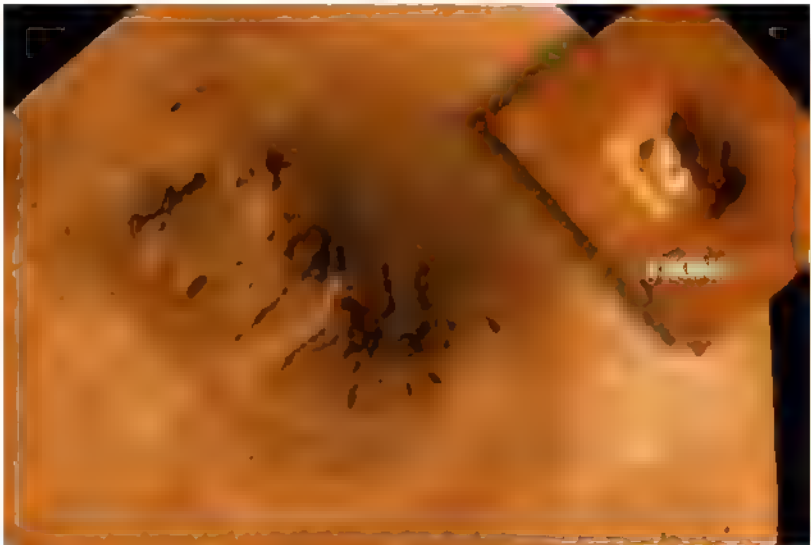
الحدث الثاني هو نجاح المحاولة التي جرت عن طريق فريق سبيس إكس Space X عندما تمكنت الشركة بعد عدة محاولات فاشلة من النجاح في إطلاق المركبة هالكون هيفي، التي تحمل سيارة تسلا رودستار حمراء اللون إلى مدار شمسي افتراضي، وفي مسار يجعلها تبعد من الأرض بالمسافة نفسها لبعد كوكب المريخ.

المركبة كانت مرودة بثلاثة صواريخ لحملها إلى الفضاء الخارجي، والمهم في الحدث هنا هو التحكم بالصواريخ الثلاثة، وعودتها إلى الأرض سالمة في الأماكن المحددة سلفاً إذ كان في المناصير تنفجر تلك الصواريخ في الفضاء، بعد خروج المكوك خارج الغلاف الجوي.

ما علاقة الحدثين بموضوعنا المريخ؟ إن كل تطور تقني ستكون له علاقة مباشرة أو غير مباشرة سواء لرحلات المريخ أو ربما لكوكب آخر أو ربما لمذنب وكويكب، إذ سيتمكن البشر بهذه التقنيات الجديدة من الهبوط بسلام على الأجرام السماوية والعودة إلى الأرض بسلام. بعد هذه المقدمة المثيرة سننقل عن كوكبنا الأحمر، وسبب الاحتيار للهبوط المقبل، أو الغزو البشري الجديد لهذا الكوكب المثير.

المريخ أحد الكواكب الأرضية، إذ تنقسم كواكب المجموعة الشمسية إلى قسمين رئيسيين، وهما الكواكب الشبيهة بالأرض أو الأرضية، وهي الأرض وعطارد والزهرة والمريخ وبلوتو (قبل تصنيفه كوكباً قزماً، وتدل في مقال





شكل ( 1 ) صورة وجه الانسان الذي التقطته فابكج (الإطار الصغير) وصورة لتعريف عنه يوضح انها سلسلة من الصور.

متوسط البعد بين الأرض والشمس وتقدر بمئة وخمسين مليون كيلومتر)، وهذا يعني أن مداره خارج مدار الأرض، ومن ثم يمكننا ذلك من مراقبة المريخ فترات أطول على عكس كوكبي عطارد والزهرة (الداخليين)، إذ لا نتمكن من مشاهدتهما إلا لفترات قصيرة بعد غروب أو قبل شروق الشمس.

يكمل المريخ دورة كاملة حول الشمس في 687 يوماً أرضياً، بينما يكمل دورة كاملة حول محوره في 24 ساعة و37.4 دقيقة، وهذا يعني أن سنة المريخ ضعف السنة الأرضية، ويوم المريخ مقارب لطول اليوم الأرضي.

يعدّ المريخ من الكواكب الصغيرة، إذ تبلغ كتلته نحو عُشر كتلة الأرض، ويبلغ قطره نحو 6794 كلم.

وكان يعتقد إلى وقت قريب بوجود حياة على سطح المريخ، مما جعل العلماء يركزون في دراسته، ويرسلون عدة مركبات فضائية لاستكشافه، وأكد هذا الاعتقاد الصورة

آخر نتحدث عن هزمنّا هذا)، والقسم الآخر الكواكب المشترّوية الشبيهة بالمشتري، وهي المشتري وزحل ونبتون وأورانوس.

المريخ رابع كواكب المجموعة الشمسية بعداً من الشمس، إذ يبلغ متوسط بعده نحو 228.6 مليون كلم، أي ما يعادل نحو 1.524 وحدة فلكية (الوحدة الفلكية تعادل



استطاع رائد الفضاء وقامر الفضلات

السمساوي فليكنس باومغارتنر.

في 14 أكتوبر 2012م، تحاور الغلاف

الحوبي، وسقط منه سقوطاً حراً،

ليكون أول إنسان يفعل ذلك منذ أن

عرف الطيران على يد عباس بن عباس





الكيلومترات وتتركز في النصف الشمالي من المريخ، ومن أشهر المرتفعات جبل أوليمبس وهو أكبر جبل بركاني معروف في المجموعة الشمسية إذ يبلغ ارتفاعه 24 كيلومتراً وقاعدته 550 كيلومتراً.

8- وجود قطبين متجمدين كما هو الحال على الأرض.



شكل (2) مقارنة بين الأخاديد الأرضية والمريسية

### قمران حول المريخ

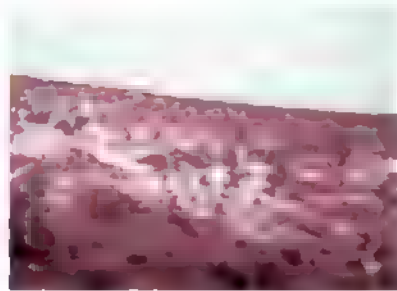
يدور حول كوكب المريخ قمران، هما فوبوس وديموس، وهما غير منتظمين في الشكل، ويتراوح متوسط بعدهما من مركز المريخ نحو 9 آلاف كلم للقمر فوبوس، و23 ألف كلم للقمر ديموس، ويكمل القمر فوبوس دورة كاملة حول المريخ في 7 ساعات و39 دقيقة، بينما يكمل القمر ديموس دورة كاملة حول المريخ في 30 ساعة و18 دقيقة.

التي تتخلتها مركبة الفضاء فايكنج لسطح المريخ. إذ التقطت صورة تشبه وجه إنسان، ولكن بعد عدة سنوات اتضح أن صورة الوجه ما هي إلا صورة لسلسلة من الجبال على سطح المريخ تتخلتها فايكنج بزاوية بدت معها هذه الجبال كأنها صورة لوجه إنسان، شكل (1).

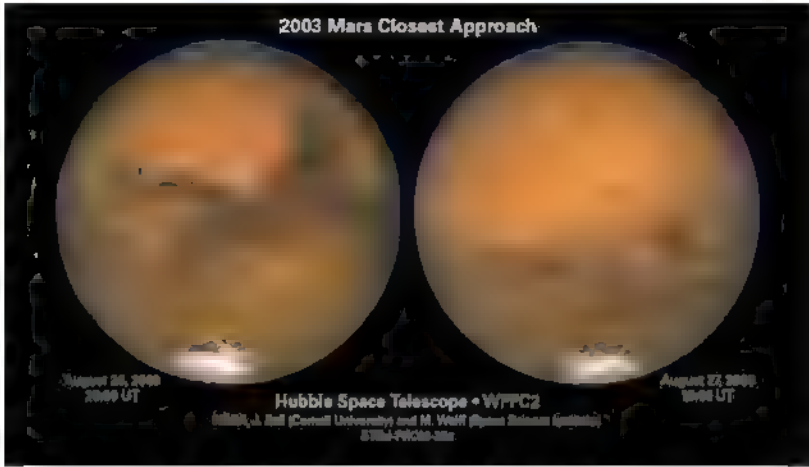
### ملاحق كوكب المريخ

من أبرز ملاحق كوكب المريخ ما يأتي.

- 1- مناطق حمراء تقطن نحو ثلثي السطح ويمتد أنها صحراء، ناتجة عن وجود أكاسيد الحديد.
- 2- وجود أخاديد وضجوات طولية أطلق عليها اسم كاني Canali، والشكل (2) يوضح مقارنة بين بعض الأخاديد الأرضية والمريسية.



- 3- مناطق داكنة يميل لونها إلى الأخضرار تقطن نحو ثلث مساحة الكوكب، وترداد ملاحظتها في نصف الكوكب الجنوبي، وكان يعتقد أن هذه المناطق نباتية.
- 4- سطح المريخ مضطري متماسك وتوجد عليه آثار انسياب مواد بركانية.
- 5- وجود قنوات كما هو الموجود على سطحي القمر وعطارد وتتركز أكثر في نصف الكوكب الجنوبي.
- 6- وجود آثار براكين ضخمة.
- 7- وجود المرتفعات والأودية التي تمتد إلى آلاف



صورة التقطها مرصد هبل الفضائي لكوكب المريخ عندما كان عند اقرب نقطة من الأرض

55.76 مليون كيلومتر، وهي أقصر مسافة حسبته منذ ستين ألف سنة، وسيكون هناك اقترابان أشد في المستقبل إن شاء الله، وذلك في عامي 2287م و 2729م. وخلال الاقتراب يبدو المريخ أكبر مما عليه، وأكثر وضوحاً، بحيث يمكن مشاهدة القطبين وبعض المظاهر على السطح.

### الحركة التراجعية

من المشاهدات القريبة للمريخ الحركة المعروفة بالحركة التراجعية، إذ يبدو المريخ كأنه قد عكس مساره في السماء بالنسبة إلى المشاهد من على الأرض، إن الحركة العكسية للمريخ هي حركة ظاهرية ناتجة من وضعية مشاهدة المريخ من الأرض، كون مدار الأرض بالنسبة إلى المريخ يمتد داخلياً، وليس ناتجاً من انعكاس في حركة المريخ، ومن ثم يبدو المريخ للمشاهد من الأرض وبالمقارنة مع النجوم أنه في وقت معين يعكس، حركته فيتحرك من الشرق إلى الغرب وذلك لفترة بسيطة.

درجات الحرارة تتباين على سطح المريخ بين الليل والنهار، إذ يصل هذا التباين إلى نحو ستين درجة مئوية. نتيجة وجود مدار الأرض داخل مدار المريخ فإنه يمكن في أثناء دورانهما حول الشمس أن يكونا على خط واحد وهو وضع الاستقبال. ويكون نحو كل سنتين، ويختلف بعدهما عن بعضهما بعضاً خلال الاستقبال، إذ كانت أقصر مسافة بين الكوكبين في الفترة 27-28 أغسطس من عام 2003م، وكانت المسافة نحو



**الحدث الثاني المهم لإطلاق المركبة**  
ماكون هيفي، المروحة ثلاثية  
مؤارخ لحملها إلى الفضاء حيث تم  
والهمم في الحدث، ساندو سخم  
بالصواريخ الثلاثة، وعودتها إلى الأرض  
سالمة في الأماكن المنخفضة

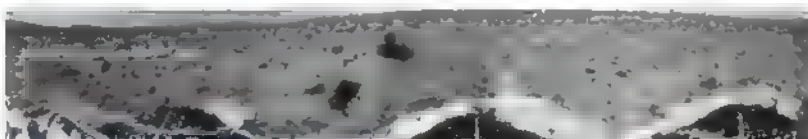


هذه الظاهرة لا تغير من مواضع شروق الشمس أو غروبها على المريخ، كما أنها لا تغير من حركة المريخ حول الشمس، فالمريخ لا يتأثر من هذه الظاهرة. وهذه الظاهرة شبيهة إلى حد ما بمركبتين تتحركان في اتجاه واحد، ولكن سرعتين مختلفتين، فيظهر لإحدهما أن المركبة الأخرى عند تجاوزها كأنها عكست حركتها، وهي في الحقيقة تجاوزتها فقط. ولقد احتل على غير المختصين في علم الملك هذا المعنى إذ نحيله بمصهم توقعاً في دوران المريخ حول نفسه، ومن ثم بدأ يتحرك في اتجاه عكسي.

### رحلات إلى المريخ

منذ عام 1960م، غزا الإنسان المريخ أكثر من 30 مرة. أول أربع رحلات كانت روسية بين عامي 1960م و1962م، لكنها أخفقت في الوصول إلى الكوكب الأحمر. بعدها أرسلت أمريكا رحلات مارينير التي بدأت منذ عام 1964م. إذ تمكنت في هذا العام مركبة مارينير 4 من تصوير المريخ.

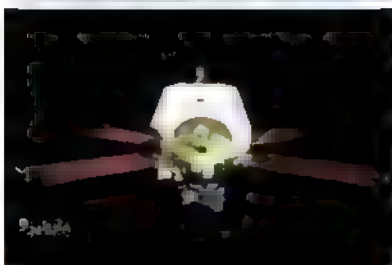
من المشاهدات العربية للمريخ الحركة معروفة بحركة تراجعية إذ يبدو المريخ كأنه قد حلتس عكسه من السماء بنفسه إلى المشاهد من على الأرض



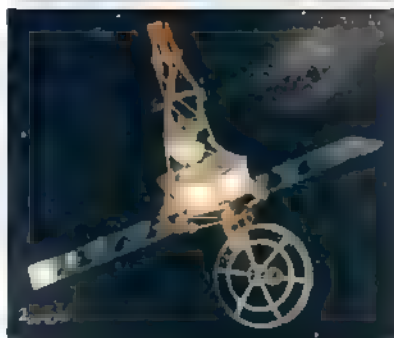
7 مارس 7



2 المركبتان هانكج 1 و2



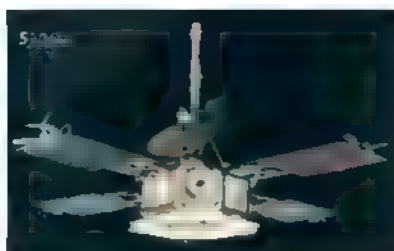
9 مارس 9



2 المركبتان هانكج 1 و2



4 مارس 4

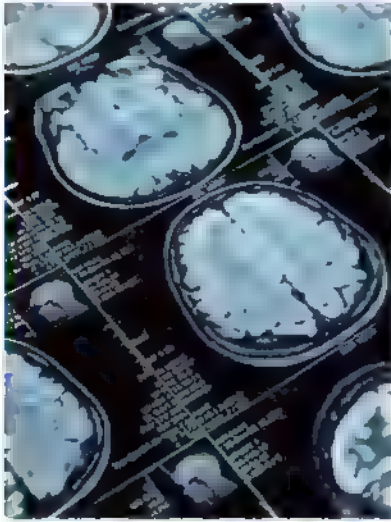


5 مارس 5

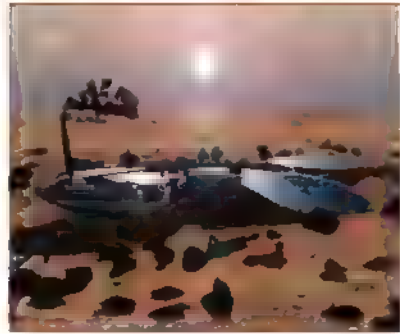


10 مارس 10

وبعد مارينير9 أول مركبة تحترق مدار المريخ  
في الفترة بين 1971م و1973م. تمكن الروس من إنزال  
مركبتين مارس 3 و6 وفي الفترة بين 1976م و1980م  
هبطت المركبتان هانكج 1 و2 على سطح المريخ.  
في عام 1997م هبطت على سطح المريخ المركبة  
الشهيرة ناشاندرو.



البشر قد قاموا بتجارب كانت مستحيلة، مثل: السقوط الحر للإتيمان من ارتفاع شاهق وبسرعة تفوق سرعة الصوت، كما فعلها النمساوي فيليكس باومغارتنر، أو عودة الصواريخ الحاملة للمكوك الفضائي إلى قواعدها سليمة كما نجحت تجربة سبيس إكس، التي حتماً متى ما وطئت أول رجل للبشرية على سطح الكوكب الأحمر، فإنه بحاجة إلى نتائج هذه التجريبتين المفاجعتين.



في يناير من عام 2004م تمكنت وكالة الفضاء الأمريكية من إنزال المركبة أبورثنتي على سطح المريخ، وجرى الاتصال بها بنجاح في حين لم يتمكن الأوروبيون من الاتصال بالمركبة الأوربية بيحل2 التي تزامنت في الإنزال مع المركبة الأمريكية. ولا يزال السياق العلمي العالمي مستمراً في الوصول إلى المريخ.

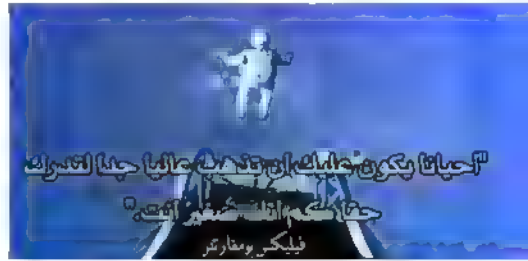
### الاستيطان في المريخ

إن وجود القمطين ووجود المياه بهما ووجود الصحارى المشابهة للأرض، ويوصف المريخ مشابهاً في كثير من الصفات للأرض، أعرت كثيراً من الدول المتقدمة بمحاولة الاستيطان في المريخ. وعلى الرغم من صعوبة المهمة، إلا أنها لا تعد مستحيلة خصوصاً إذا علمنا أن

إن وجود القمطين ووجود المياه بهما ووجود الصحارى المشابهة للأرض، ويوصف المريخ مشابهاً في كثير من الصفات للأرض، أعرت كثيراً من الدول المتقدمة بمحاولة الاستيطان في المريخ. وعلى الرغم من صعوبة المهمة، إلا أنها لا تعد مستحيلة خصوصاً إذا علمنا أن

لبست كالرحلة إلى القمر، فبعد المريخ يجعل من الرحلة قد تدوم نحو ستة أسابيع، وقد تكون دهاياً من دون عودة، كما أنه - بسبب البعد الكبير بين الأرض والمريخ فإن الاتصالات بينهما قد يكون فيها تأخير أو عدم تزامن بنحو اثنتى وعشرين دقيقة زمنية.

وتعد المركبة المسماة «داخل الرؤية، InSight - آخر ما أرسل إلى المريخ - جهازاً روبوتياً مصمماً لدراسة المناطق الداخلية من كوكب المريخ. إذ أرسل في 5 مايو 2018م في تمام الساعة 11:05 بالتوقيت العالمي، ومن المتوقع أن تهبط بإذن الله على سطح المريخ في 26 نوفمبر 2018م، إذ ستقوم بوصف مقياس زلزالي.



كما يجب أن نعي أن الرحلة للمريخ ليست بالسهلة، فهي تحتاج إلى تحديد وقت الإطلاق الذي يعتمد على مناطق تكون فيها الأرض والمريخ على بعد مناسب من بعضهما بعضاً، كما يجب أن نعرف أن الرحلة للمريخ



INSIGHT  
MISSION  
PROFILE







«بلوك تشين»..

التقانة وراء عملة

«بت كوين»

ستغير مستقبل العالم

123

أ. إدوين سلطان أحمد

مستشار في مجال تقنية المعلومات والاتصالات  
كامل على دكتوراه الفلسفة في هندسة  
الاتصالات من جامعة كير بالملكة المتحدة







## تعاملات «بت كوين»

لكن حديثاً انطلقت بقوة عملة غير رسمية رقمية ومُشفرة وغير مركزية تسمى «بت كوين» Bitcoin. في أعقاب الركود المالي الكبير 2007-2008م. ثم تقام زخم هذه العملة علاجاً لعدم المساواة والفساد في النظام المالي المركزي التقليدي. والذي لم يترك أي شك بأن المسؤول عن الأزمات المالية كانوا الوسطاء. والمصرفيين. وأطرافاً ثالثة لا يمكن الوثوق بهم الرسم التوضيحي (1)

وكان وراء نظام هذه العملة الجديدة. «بت كوين» مقالة مشورة باسم مستعار «ساتوشي ناكاموتو» قدمت أول نظام رقمي مُشفّر غير مركزي بين النظراء على الإنترنت. ويسمح هذا النظام بإجراء التعاملات المالية مباشرة من طرف إلى آخر دون تدخل وسيط.

واستندت هذه العملة الرقمية إلى مبدأ أن النقد، في الأساس، هو مجرد أداة محاسبية، وطريقة لتقدير القيمة، وتخصيص الملكية. وتوفر التوقيعات الرقمية جزءاً مهماً من الحل. فيقوم أصحاب «بت كوين» بالتوقيع رقمياً على دالة «هاش» للمعاملة السابقة، وإضافة «مفتاح عمومي» للمالك المُقبل.

ويمكن تعريف «بت كوين» بأنها سلسلة من التوقيعات الرقمية. وينقل كل مالك «بت كوين» إلى المالك

التالي يتوقفه الرقمي على «الهاش» الخاص بالمعاملة السابقة والفتح العام للمالك التالي، ثم إضافتهم في نهاية العملة. ويمكن للمدفوع له التحقق من سلسلة الملكية عن طريق التوقيعات الرقمية، الرسم التوضيحي (2). وعملياً يحتاج استخدام «بت كوين» ثلاث خطوات.

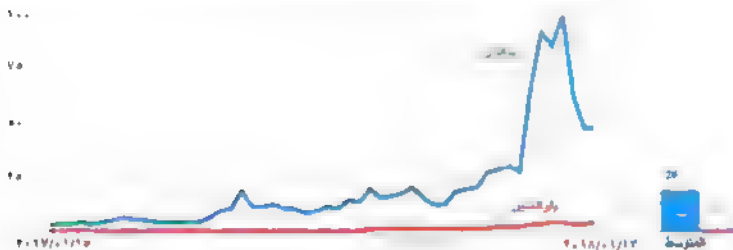
1- تنزيل محفظة «بيتكوين». وهي برمجيات تطبيقية تتيح لك إرسال عملات «بيتكوين» واستقبالها. وتتبع أرصدتك التي تحفظ عناوين العملة. وأيضاً حفظ وقت معاملاتك الإلكترونية، وعنوان محفظتك على الإنترنت.

2- أضف «بيتكوين» إلى محفظتك. مع وجود عنوان محفظتك مملك، اشترِ عملات «بيتكوين» من موقع الشراء باستخدام بطاقتك الائتمانية.

3- استخدم المحفظة لإرسال «بيتكوين» واستقبالها. (ولأن عملية الإرسال لا يمكن الرجوع عنها، فالأمر يلزم الانسحاب الدقة).

- اسخ عنوان «بيتكوين» الخاص بالمستقبل.
- افتح محفظتك، وأذهب إلى خاصية «إرسال» والصق عنوان المستقبل في الخانة الخاصة به.
- حدد المقدار المطلوب، وتأكد منه، ومن العنوان.
- اصعد أرسل.

رسم توضيحي (1) زخم اتجاهات «البت كوين» والبولك نتج





رسم توضیحی (2) عملة بیت گریں، نوبھات رضیة

«بلوك تشين»

ويجري حل تلك المشكلة باستخدام التغيير بدلاً من الثقة الشخصية أو تحديد طرف ثالث، وباستخدام شبكة «نظير إلى نظير» Peer-to-Peer، وقاعدة بيانات موزعة وأمنة ومشتركة تسمى «بلوك تشين» Blockchain (أو سلسلة القوالب)، تقوم مقام الأصدقاء أو مثل دفتر الأستاذ رقمي واحد يمكن الوصول إليه عالمياً. ويلتزم فيه الجميع في الشبكة ببروتوكول للتحقق من كل قالب جديد، ويمنع تسجيل القالب، لا يمكن تغيير البيانات في أي قالب ممن بأثر رجعي دون تغيير جميع

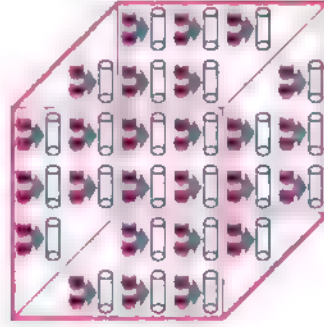
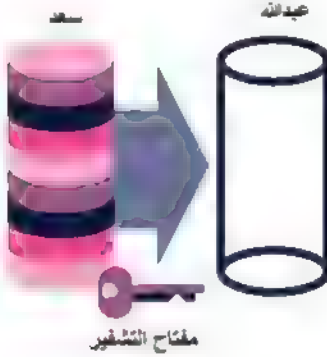


الشهود هي عملة ليست لها قيمة ذاتها، إذ تأتي قيمتها من الثقة. ومن البطام العالمي الاقتصاد أدت البنوك المركزية العالمية الكبرى دوراً مهماً في تعزيز الثقة والأمن،

القوالب اللاحقة، الأمر الذي يتطلب تواصلًا أعلبية الشبكة، وهو احتمال ضعيف.

وسلوك تشين بمثابة تسعدها عملات رقمية مثل بيتكوين، وادثيريوم Ethereum، وغيرها من العملات المشفرة وتعد دفتر أستاذ يتميز بأنه لا ينقطع، وغير قابل للتغيير. ويمكن الوصول إليه علناً من جميع التفاعلات التي تحدث في الشبكة منذ إنشائها. وكل العملات المشفرة لديها «بلوك تشين» الخاص بها، ويجري تسجيل التفاعلات الجديدة، وتحميمها على دفقات تسمى «كتل» أو «قوائم» على فترات زمنية منتظمة. ويتم إنشاء سلسلة من القوائم، عبر عملية تسمى «تقريب بيتكوين»، يضاف في نهايتها جميع القوائم الموجودة. ومن ثم جاء اسم النظام «سلسلة القوائم».

وينبغي «بلوك تشين» لكل مستخدم التحقق من حقيقة أن كل معاملة محددة قد جرى تنفيذها بالفعل في وقت معين وتحتوي سلسلة القوالب الهندسية على جميع الإجراءات التي جرت في استخدام «البت كوين»، ومعرفة الرصيد



Blockchain قوالب البلوك تشين

نرسم نموذجي (3-1) «سعد» بغير شبكة «البيتكوين» بأنه يريد أن يدفع إلى «عبد الله» وهو يستخدم «مفتاح التشفير» لتوقيع الرقعة على المعاملة كإثبات أنه يمتلك العملة بنمط محدد سيكاف (بمعنى) مجموعة من المعاملات تتخضع من صحة التوقيعات الرقمية و أن هناك ما يكفي من العملة لحتم هذه العملية. يتم يصنع جميع المعاملات الجديدة في ذات بيانات جديدة يتم «صاهاها» إلى سلسلة القوالب «بلوك تشين».

والمشاركين في هذه الشبكة، ويطلق عليهم «المُتقنون» (من عملية التوقيع عن الماعدين من المناجم)، وهم المسؤولون عن الكشف عن طلبات المعاملات من المستخدمين، وتجميعها، والتحقق من صحتها، وإضافتها إلى مجموعة «بلوك تشين» كقوالب جديدة. فمثلاً إذا كان «سعد» يدفع إلى «عبد الله» «بيتكوين»، تظهر هذه المعاملة في نهاية السلسلة، وتشير إلى وقت

الذي يملكه كل عنوان للمستخدم على شبكة التفاعلات، يُطلق على هذا المفهوم وصف السلسلة للترابط الموجود ما بين القوالب، إذ يحتوي كل قالب على «هاش» القالب السابق له ويمتد الأمر إلى القالب الأول الذي يُطلق عليه اسم «قالب التكوين».

تكوين السلسلة بهذه الطريقة يحمل من مهمة تغيير أي قالب بعد مرور مدة معينة على إنشائه في غاية الصعوبة، إذ إن تغيير أي قالب يتطلب تغيير كل القوالب التي تلحقها بسبب الحاجة إلى إعادة حساب «هاش» كل قالب لتحديث قيمة «هاش» القالب السابق.

هذه التقنية تجعل من الإنفاق المُكرر لمعاملات «بيتكوين» نفسها مستحيلًا، بل يُمكن أن تُعد «سلسلة القوالب» العمود الفقري الذي تتميز به «البيتكوين» والعملات المُشفرة الأخرى.

يجري تكرار «بلوك تشين» على أجهزة الحاسبات المربوطة بشبكة الإنترنت في جميع أنحاء العالم، ويمكن الوصول إليها من أي شخص.

«بلوك تشين» تقنية تُستخدمها

عملات رقمية مثل «بيتكوين»،

و«إثيريوم» Ethereum، وغيرها من

العملات المُشفرة، وتعد دمن أستاذ

بمعبر بأنه لا ينقطع، وغير قابل

للتعس، ويمكن الوصول إليه علناً

من جميع البعاملات التي حدثت في

الشبكة منذ إنشائها



كان وراء نظام العملة الجديدة «بيت كوين»، مقالة منشورة باسم مستعار «ساتوشي ناكاموتو» قدمت أول نظام رقمي مُشفر غير مركزي بين البتراء على الإنترنت



يمكن بعد ذلك القيام ببعض العمليات الحسابية الخاصة به لإثبات أن العدد الطويل كان في الواقع قد جرى توليده بالمفتاح الخاص. والدور الرئيس الذي يقوم به «المُتقبون» هو ضمان عدم إمكانية عكس التمايلات الجديدة.

والتقريب في «البيت كوين» عملية يتم بها التحقق من التمايلات وإضافتها إلى دفتر الأستاذ العام، والمعروف باسم «بلوك تشين». وعندما يقوم المتقبون بالتحقق من صحة التمايلات، فإنهم يقومون بالعمل بتشغيل برامج صغيرة تعالج البيانات وتوافق أو لا توافق على طلب المعاملة.

وعلى الرغم من أن مصطلح التقريب مستعار من التقريب عن المعاد في المحام، إلا أن التقريب في المحام تنتج عنه مواد ملموسة في حين أن تقريب «بيت كوين» يكافأ فيه القائم بالتقريب بمقدار من عملات «بيت كوين» غير ملموسة مقابل خدماته في حفظ سجل التمايلات، وفي «بيت كوين»، لا توجد سلطة مركزية لإنفاذ القواعد مثلما يحدث في البنوك، الرسم التوضيحي (3-ب). وهناك «مُتقبون» مجهولو الهوية يعملون في جميع أنحاء العالم على الرغم من أن لهم ثقافات مختلفة ومربطون بنظام قانونية متباينة والتراتات تنظيمية متعددة، ولذلك، لا توجد طريقة لإخضاعهم إلى المسائلة وتقابة «بلوك تشين» مقاومة بطبيعتها لتعديل البيانات أو تكرار

المعاملة التي كان «سمعه» قد استقبل هذه «البيت كوين» سابقاً من قبل «ناصر»، والتي تشير بدورها إلى الوقت عندما نُفِعت العملة إلى ناصر بواسطة «أنور» قبل ذلك. وهلم جرا، الرسم التوضيحي (3-أ).

ويستلزم الأمر التحقق من صحة أن «سمعه» يملك فعلاً عملات «البيت كوين»، وأنها لم تنفق بعد في معاملات أخرى. ويتم تأمين الملكية على «بلوك تشين» من قبل زوج من مفاتيح التشفير. الأول، ويدعى «المفتاح العمومي»، وهو موجود للعموم في «بلوك تشين» لأي أحد يراه. والثاني يسمى «المفتاح الخاص»، وصاحبه يقيه آمناً معه من مشاهدة الآخرين.

المحتاجان لهما علاقة رياضية خاصة تجعلهما مفيدتين للتوقيع على الرسائل الرقمية. مثلاً «سمعه» يأخذ رسالة، يجمع بينها وبين مفتاحه الخاص، ويقوم ببعض الحسابات، وينتهي منها إلى عدد طويل، أي شخص لديه الرسالة الأصلية ويعرف المفتاح العمومي المقابل

الرسم التوضيحي (3-ب) يحتاج «سمعه» إلى طرف ثالث مثل البنك وسيطاً في تعاملاته التقيدية





### «إثبات العمل»

بصفة عامة، يوصف «إثبات العمل» بأنه نظام يتطلب جهداً غير مهم ولكنه مجد من أجل ردع الاستخدامات الحوسبية القاهية أو الخبيثة، مثل إرسال رسائل البريد الإلكتروني Spam المزعج أو هجمات رفض الخدمة

### Denial of Service

«إثبات العمل» هو قطعة من البيانات التي تستغرق وقتاً طويلاً وتكلفة إنتاجها عالية حوسبياً، ولكن من السهل للآخرين التحقق منها، والتي تلي متطلبات معينة. «إثبات العمل» يمكن أن يكون عملية عشوائية بحيث تتطلب الكثير من التجربة والخطأ في المتوسط قبل أن يتم إنشاء «إثبات عمل» صالح.

ويستخدم «البِت كوين» دالة هاش كاش Hashcash. في «إثبات العمل» بصمتها جوهر التفتيح في البيانات، وينفق جميع المتقبّون في شبكة «البِت كوين» جهودهم لإيجاد «هاش كاش» إثبات عمل الذي يُعد بمنزلة تصويت في تطور سجل تعاملات «بولك تشين» والتحقق من صحتها. وفي هذه الشبكة المفتوحة نظير إلى نظير، يتلقى المتقبّون الأخبار عن التعاملات وجمعها لإنشاء قوائم جديدة في قوائم بعضها مع بعض.

ذلك لأن الأول منهم في إنشاء قوائم صالح يحصل على عملات «بِت كوين» مكافأة مقابل تلك الخدمة.

الصرف. ويمكن النظر إليها مثل «مُتِر أستاذ» أو «سلسلة من العوالب» مفتوحة وموزعة يمكن بها تسجيل التعاملات بين طرفين بكفاءة ويعلمية يمكن التحقق منها. لكن لا تزال هناك حاجة إلى منع الإنفاق المزدوج للعملة نفسها.

### «ختم الوقت»

يتم تمييز التראה والترتيب الزمني لسلسلة القوائم بالتشعير بتقانة ختم وقت العملية. وتقوم الشبكة بهتم وقت التعاملات عن طريق تطبيق دالة «هاش» في سلسلة مستمرة من «إثبات العمل» Proof of Work، التي تشكل رقماً لا يمكن تغييره دون إعادة إثبات العمل. أطول سلسلة ليس قطع بمنزلة دليل على تسلسل الأحداث، ولكن دليل على أنه جاء من الحاسوب الذي يملك الصلاحية. ويقوم خادم «ختم الوقت» بأخذ الـ «هاش» الخاص بمجموعة (قوائم) من البتود المطلوب ختمها وقتياً، ونشر «الهاش» على عموم المتعاملين مثل ما يحدث في الصحف. ويثبت «ختم الوقت» أن البيانات كانت موجودة في ذلك الوقت. ويهتوي كل «ختم وقت» الختم السابق في «الهاش» الخاص به، وبذلك تتكون سلسلة فيها كل «ختم وقت» مُضاف بقوى «ختم الوقت» السابق له، الرسم التوضيحي (4).

رسم توضيحي (4) «ختم وقت» العمليات لمنع ازدواج التعاملات





الشكل (5) يُبدأ المُثَبِّب في شبكة «البيث كوين» هاش من مجموعة معينة من البيانات. إذا لم يبدأ «الهاش» بعدد معين من الأصفار، تتم إعادة تحميل دالة «هاش» باستخدام «رقم عشوائي جديد» تضمن القوالب السابقة كل مركبات «الهاش» الجديدة بريد من صموية العيث في المعاملات القديمة ويذوم باليات العمل

من أجل إنتاج الإليات، يقوم القائم بالتقريب بهضم قالب الجديد من خلال جولات متعددة من دالة «الهاش»، وهو حساب يأخذ مقداراً واحداً من البيانات ذات الطول الاعتيادي، وخفضها إلى سلسلة أبجدية رقمية لا معنى لها بطول ثابت (هاش).

ولجعل العملية أكثر تحدياً، تتطلب خوارزمية «بلوك تشين» أن تبدأ «الهاش» بعدد معين من الأصفار. وتكمن الصعوبة في حقيقة أنه لا توجد طريقة للتنبؤ بما ستنبه أي مجموعة بيانات معينة، ومن ثم يقوم المتقربون بتشغيل الحسابات مراراً وتكراراً على القوالب التي تم التحقق منها. وفي كل مرة يدرجون عدداً عشوائياً في مجموعة البيانات، وعندما يتم تغيير هذا العدد، ينتج «هاش» جديد.

وتتم العملية عندما يحصل القائم بالتقريب على العدد الصحيح من الأصفار، وأول منقبط يجد «هاشاً» مرضياً يعلن عن قالب جديد لغيره من المتقربين، الذين يقومون بالتحقق من ذلك والحاقه بالنسخة الكاملة من «بلوك تشين» على أجهزة الحواسيب الخاصة بهم. الرسم التوضيحي (5).

ولذلك، فمن الأهمية بمكان أن يكون لدى جميع المتقربين النسخة نفسها من «بلوك تشين»، وأن جميع التغييرات والمعاملات لا رجعة فيها. ولإبقاء جميع المتقربين (مثل الموسيقيين) مترابطين، تجعل برمجيات تقريب «بيث كوين» من إضافة قوالب جديدة مكلفة جداً من حيث القدرة الحاسوبية، ومن ثم الكهرباء - بل وأكثر تكلفة لتغيير قالب مرة أخرى في السجل.

أي واحد يقوم بالتقريب ويحاول إضافة قالب جديد يجب عليه أيضاً توفير إثبات التشهير.

سنقوم بقية «بلوك تشين» بالتحصل من خدمات نظام سيارات الأجرة «أوبر»، و«ستلايتس»، وكل مرود «طيران مؤمن» في السوق، بل بلغ التحال إلى تحيّل إلقاء دور الحكومة لمركركي وسيت لن. الأفراد

ويعتبر التشاركي، فوق تتبع العملات المشفرة. وتسمح بلوك تشين، في شبكة لا مركزية من الوكلاء الاقتصاديين. بالاتفاق حول الحالة الحقيقية للبيانات المشتركة.

ويمكن أن تمثل هذه البيانات المشتركة عملات الملكة المكرية أو المعلومات أو أنواع العقود الأخرى أو الأصول الرقمية وإيجاد أنواع جديدة من المنصات الرقمية، مما جعل من بلوك تشين، تقنية جديدة للأغراض العامة وليس لمهمة «بت كوين» فقط.

ويمكن لتقانة بلوك تشين، العثور على سائقي سيارات الأجرة، وربطهم مع الناس الذين يحاولون الذهاب إلى مكان ما. وإعطاء الطرفين منصة شفافة للدفع من دون وسيط.

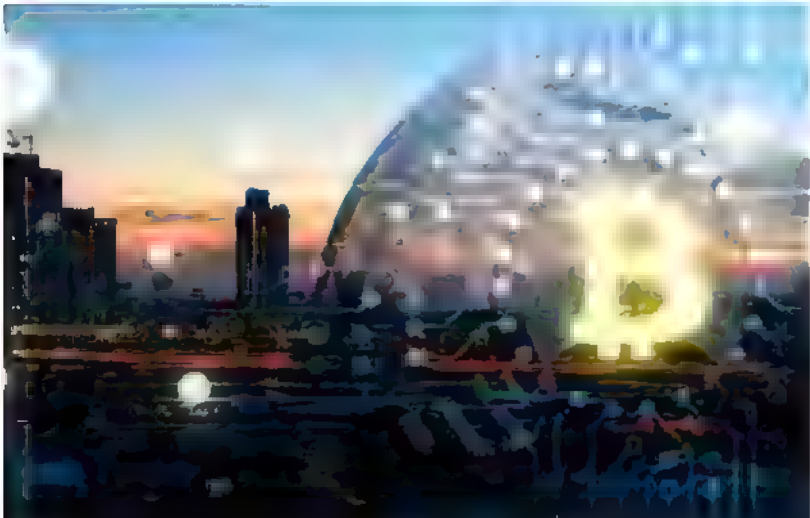
ويمكنها أن تصبح بمنزلة مستودع ومنصة إعادة تشغيل البرامج التلفزيونية والأفلام، وغيرها من وسائل الإعلام الرقمية مع تتبع حقوق الملكية الفكرية ودفع مستحقات المبدعين مباشرة.

ويمكن النظر إلى «الهش» بصفتها وسيلة لتأمين هوالب السبلمة. نظرياً، هذا العمل والمكافأة التي يحصل عليها الفائزون بالتغلب بمنزلة حوافز للسلوك الجيد

ومن خلال إجبار الفائزين بالتغلب على تقديم براهين مكتملة ومن ثم مكافأتهم على مجهودهم، أمكن للمدعو «ساتوشي ناكاموتو» (أياً كان من هو) من إبداع أول عملة رقمية آمنة قابلة للنمو بين النظراء مباشرة من دون وسيط.

## كيف يمكن الاستفادة من تقانة «بلوك تشين» في مجالات أخرى؟

لدى تقانة «بلوك تشين» أيضاً إمكانية التطبيق في مجالات أخرى أوسع، مثل التحكم في الأجهزة وإدارة البيانات وإنترنت الأشياء، وإدارة العقود في «سلاسل القيمة» والخدمات اللوجستية والتوزيع والحقوق والمحتويات الرقمية، وحقوق الملكية وإدارة الاقتصاد



## الخدمات الاقتصادية

كثير من البنوك المركزية، بما في ذلك تلك الموجودة في كندا وسنغافورة وإيطاليا، تدرس وتجرب تقنية «بلوك تشين» والعملية المشفرة في أعمالها. وتشمل التطبيقات المحتملة مخاطر أقل، وضرائب أكثر كفاءة، ومدفوعات أسرع عبر الحدود وأسهل بين سلسلة المصارف. وبدأت نماذج الأعمال التجارية الاستفادة من استخدام تقنية «بلوك تشين»، ولا سيما في عمليات مكاتب التشغيل الرئيسية، وتحسين الشفافية في مراجعة الحسابات، وفي التطور التنظيمي.

وسيحقق ذلك مزايا تنافسية رئيسية في صناعة الخدمات التجارية والاقتصادية في السنوات المقبلة. ودخل السوق كثير من احتراعات سوق رأس المال المبنية على «بلوك تشين»، مثل «المفندات الذكية». وهذه الأنواع الجديدة من المنتجات المالية يمكن أن تحقق من خلال العقود الذكية، وهي عقود رقمية تترجم إلى برامج حاسوبية، ولديها القدرة على التميز الذاتي والصيانة الذاتية، ولا تحتاج إلى الصيانة البشرية.

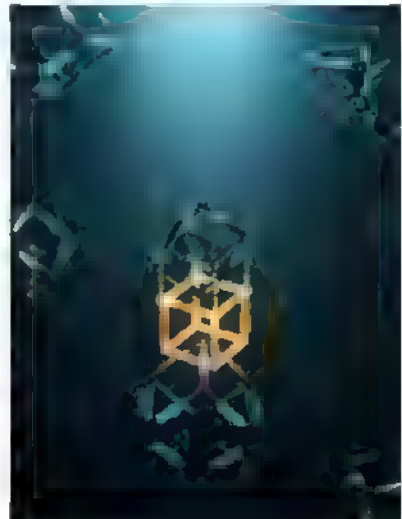
وسيؤدي ذلك الاتجاه إلى معالجة قصور البنية التحتية لأسواق رأس المال الحالية البطيئة والكلمة، والتي غالباً ما تتطلب الكثير من الوسطاء.

## شركات التواصل الاجتماعي

في عام 2013، وضع «هيتاليك بوتيرين» الروسي الكندي «طالب علوم حاسب ذو 19 عاماً» ما يسمى «إثيريوم Ethereum»، وهي منصة حوسبة موزعة عامة مفتوحة المصدر ممتدة على «سلسلة القوائم» سهل إبرام العقود الذكية على الإنترنت، ونحاكي العقود التقليدية مع توفير عنصر الأمن والثقة. وكان الهدف منه تبني ما فعلته «بيت كوين» كعملة ونشره إلى مجالات أخرى.

تعتمد أن يفسه «بلوك تشين» سكرن بها تأثير كبير في مستقبل المحسنة وأنه من خلال ربط أنظمة المؤسسات التعليمية المحسنة معاً عبر هذا النظام الجديد، فإنه يمكن أن يُبدع إطاراً للتعليم أكثر فاعلية

ويمكنها أيضاً التحقق من الرحلات الجوية وتمويض المسافرين إذا لم تعلق طائراتهم في الوقت المحدد وإذا كان الأمر كذلك، فستقوم تقنية «بلوك تشين» بالتخلص من خدمات نظام سيارات الأجرة «أوبر»، و«نيتليكس»، وكل مزود «طيران مؤمن» في السوق، بل بلغ الخيال إلى تفكيك إلغاء دور الحكومة المركزي وسيطاً بين الأفراد.





إم نظاماً جديداً من شأنه تطبيق ثقافة «بلوك تشين» في مجال التعليم تجعل الاستخدام المتبادل من الإنجازات التعليمية وسجلات النشاط مفتوحاً للجميع وأمناً، ويجري الوصول إلى «بلوك تشين» التعليم عبر سحابة حوسبة شركة «إي بي إم» ومدعومة من شركات أخرى. ويقوم النظام بالتأكد والتحكم في حقوق استخدام البيانات التعليمية، وواجهة برمجة تطبيقات للتعامل مع حقوق المؤسسات التعليمية.

ويمكن للمعلمين أن يدمجوا ويجمعوا البيانات، من أنظمة معلومات الطلبة وأنظمة التعلم، حتى لو كانت تلك البيانات من مختلف مقدمي الخدمات. ويقوم النظام بتسجيل المعلومات بطريقة يصعب تزويرها، ويتحكم في الوصول إلى المعلومات المسجلة، مما يتيح الكشف بصورة موثوقة عن المعلومات إلى أطراف ثالثة مأذون لها فقط.

ويعتقد أن ثقافة «بلوك تشين» سيكون لها تأثير كبير في

يستخدم «إثيريوم» «بلوك تشين» خاص به، ودعاه «الإثيرات ethers» لكن على عكس «بت كوين». يستخدم «إثيريوم» برمجيات مصفوفة، تسمى العقود الذكية، التي يمكن أن تكون مكتوبة مع كمية غير محدودة من التعقيد.

ويمكن للمستخدمين التفاعل مع البرمجيات عن طريق إرسال التعاملات محملة بالتعليمات، التي يقوم المنفذون بمعالجتها. هذا يعني أن أي شخص يمكنه تضمين البرمجيات في معاملة ومعرفة أنها ستبقى هناك دون تغيير، ويمكن الوصول إليها مدى الحياة طالما «الإثيرات» موجودة. نظرياً، «إثيريوم» يمكن أن تحل محل «الميسبول»، «تويتر»، «أوبر»، «سبوتيفاي»، أو أي خدمة رقمية أخرى غير مركزية وشماعة في سياساتها.

## التعليم

وضعت شركة سوني للتعليم العالمي مع شركة «إي بي



تبادل البيانات المهمة عبر الشركات وعبر العمليات دون وسيط. وتصبح أداة قوية لتحويل أعمالهم ونظامهم الإيكولوجي إلى عدم المركزية بحساباتها. فمن الأهمية بمكان الحفاظ على سلامة المعلومات الحساسة التي تجمعها الأجهزة الذكية المتصلة على الإنترنت، خاصة أن كمية تلك البيانات في نمو مستمر. ويتطلب «بلوك تشين» من كل طرف مهتم التحقق من كل معاملة، وتمكين الشركات من تتبع بيانات العمليات في أثناء انتقالها من جهاز إلى جهاز ومنع الفزاعات، ودعم المسألة، والحفاظ على معاملات آمنة وشفافة ودقيقة. ويُفَسِّر تطبيق «بلوك تشين» حلولاً أكثر قابلية للتطوير ومعالجة وأمنة ولا تتطلب السيطرة ولا إدارة المركزية. وبعد عقد من العمل مع أكثر من 6000 متابع لإنترنت الأشياء في مجالات صناعة السيارات والنفط والغاز والنقل والمضاء والدفاع، فإن المزيد من الشركات تعهم القيمة الحقيقية لإنترنت الأشياء مع «بلوك تشين». ومن المتوقع أن تلحق البيانات المستمدة من هذه الأشياء المتصلة بالإنترنت عوائد ترفع من القيمة الاقتصادية لإنترنت الأشياء إلى أكثر من 11 تريليون دولار بحلول عام 2025. والله أعلم.

مستقبل المجتمع، وأنه من حلال ربط أنظمة المؤسسات التعليمية المختلفة معاً عبر هذا النظام الجديد، فإنه يمكن أن تُبدع إطاراً للتعليم أكثر فاعلية.

## إنترنت الأشياء، والروبوتات، والذكاء الاصطناعي

تتحدث الأجهزة الذكية بالفعل بعضها مع بعض، مثلما يحدث في شبكات إنترنت الأشياء والروبوتات والذكاء الاصطناعي وتعلم الآلة والتعلم العميق وتقنيات التكيف وأنظمة الأمن في المنزل الذكي. ويمكن في الطرق السريعة التحقق من هوية السائقين وقبول الرسوم من السيارات ذاتية القيادة، وسرعة السداد مباشرة حسب عدد الركاب.

ولعلنا لا نرى شركات النقل الرقمية «أوبر» ولا «كريم» في المستقبل فالنواصل بين المستخدمين سيكون بمرور وسيط. وسترفع «بلوك تشين» من شفافية التعاملات والثقة فيها، وعندما تقترن هذه مع إنترنت أشياء، فسيتمكن





مستقبلات  
 المجتمع العلمي بأكمله، إذ أعلن تجمع  
 برخطي بالولايات المتحدة الأمريكية أنه  
 كشف عملياً عن وجود الموجات الثقالية  
 في معاملهم المعروف بالـ «ليغو». وهو  
 التمييز لفرضية موجة السمات الثقالية  
 يتدحرج القرن، مما هي الموجات الثقالية  
 ولماذا انطلق المجتمع العلمي وأكاديمي  
 هذا الإحراج العظيم؟  
 ما الذي فعله أولاً بالسمات الثقالية؟  
 تشير إلى أن الشيء مرتبط بالجاذبية  
 والجاذبية، المعنى الذي يتمثل في  
 هي قوة تؤثر بها الأجسام في  
 بعضها بعضاً نتيجة الكتلة (المادة) التي  
 تخزنها تلك الأجسام، وهذه القوة هي  
 المسؤولة عن بقائنا على سطح الأرض من  
 دون أن نطاق بعيداً في هذا الفضاء كله  
 أنها القوة المسؤولة عن بقاء النظام  
 الشمسي ودوران كواكبه حول الشمس.  
 ولقد وجد نيوتن أن هذه القوة التي تتشابه  
 بين جسمين تتناسب طردياً مع كتلتهما  
 وعكسياً مع مربع المسافة بينهما أي  
 أنها تزداد بزيادة كل الأجسام وتفصلان  
 المسافة بينهما، ويسمى هذا القانون

بقانون الجاذبية العام

أحدث الموجات اكتشافاً..

# الموجات الثقالية

135

د. نجم بن بشار الحسيني

أستاذ في فيزياء الليزر التطبيقية  
تسليم الفيزياء بكلية العلوم، جامعة الجوشة





سيتميّز الزمن طبقاً لتسمية أينشتاين الخاصة، ومن ثم ستختلف الأبعاد المكانيّة عند ذات اللحظة بالنسبة لراصد يقف داخل الحجرة وآخر يسافر في الفضاء فلو طلبنا من ذلك المسافر في الفضاء تحديد موقع الكتاب فلو نستطيع تحديده باستخدام الأبعاد المكانية فقط ولا يد من إضافة البعد الرابع وهو الزمن. وهذا ما يُسمى بالفراغ رباعي الأبعاد أو فراغ الزمكان.

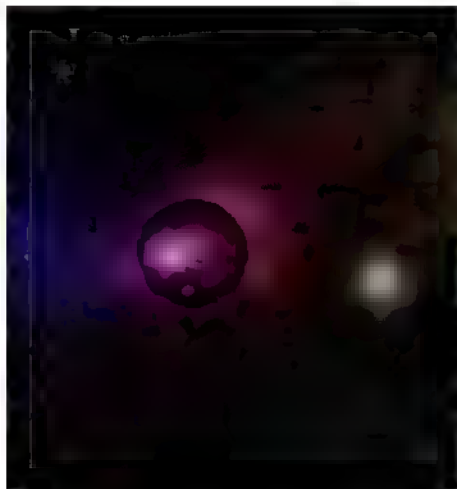
حسباً، دعونا نعود إلى نسبة أينشتاين العامة، لقد بنى أينشتاين فهمه لهذه النظرية على مبدأ فيزيائي مهم، وهو مبدأ التكافؤ أو المساواة، وينص هذا المبدأ على أنه لا يمكن التفرقة بين تأثير الجاذبية وقوى القصور الذاتي وأنها متماثلان تقريباً، فماذا يعني هذا الكلام؟ لتحويل الآن أنك تقف في مصعد كهربائي وفي يديك كرتان صغيرتان، لو تركت الكرتين في الظروف الطبيعية سترهما يستقران إلى أرضية المصعد تحت تأثير الجاذبية الأرضية، لكن ما الذي سيحدث لو أن

لكن لكي نتعرف إلى الموجبات الثلاثة يجب علينا أولاً أن نشرح نسبة أينشتاين العامة- لأن هذه الموجبات ما هي إلا إحدى نتيجات هذه النظرية، فدعونا نتعرف إلى مصطلح الزمكان (الزمن والمكان) قبل أن ندلف إلى شرح النسبية العامة.

لقد اعتقد الميراثيون لودج من الزمن أن الأبعاد التي تحدد موقع أي جسم هي أبعاده المكانية الثلاثة فقط (الطول والعرض والارتفاع)، فلتتعرض مثلاً أنك وضعت كتاباً على طاولة ارتفاعها متر واحد في منتصف حجرة مربعة الشكل تماماً طول ضلعها ٤ أمتار، ولو طلبنا منك الآن تحديد موقع الكتاب الآن فستكون الإجابة بلا شك أن الكتاب يبعد مترين عن كل ضلع من أضلاع الحجرة، ومتر واحد عن أرضها. إن هذا كلام دقيق، منطقي، وسيقودنا حتماً إلى موقع الكتاب، ولكن مهلاً... ماذا لو اهتمرنا أن أحدهم يسافر في مركبة فضائية وبسرعة تقارب سرعة الضوء.

شكل (١) يبين هندسة الزمكان سبب الكتل وفقاً لنسبية أينشتاين العامة





لقد استطاع أينشتاين معرفة الكثير عن الجاذبية بفهم هذا المبدأ، ومن ثم صياغة سببته العامة، والأهم من ذلك كله أنه أحاب عن التساؤل الأكبر ما هي الجاذبية وكيف تعمل؟ لقد نحيل أينشتاين أن الفضاء قطعة هندسية رباعية الأبعاد (الزمكان)، وهذه القطعة أشبه ما تكون بقطعة من القماش التي يمكن أن تنحني إذا وضعنا عليها كتلة كبيرة، وتتسبب هذه الكتل (الكواكب والنجوم) التي في الفضاء في انحناء الفضاء الزمكاني، ما يجعل الأجسام المارة بهذه الكتل تنجذب إليها وتزلق إلى هذا الانحناء، وليس هذا محض، بل يمكن للصوء أن ينحني عند مروره بهذه الكتل التي تعتمد حادبيتها على كتلتها أو مقدار ما بها من مادة، وبمعنى آخر فإن الجاذبية ما هي إلا انحناء أو تقوس في فضاء الزمكان كما يظهر في الشكل (1)

لقد دمجت النسبية العامة نظرية نيوتن عن الجاذبية تماماً، ولكي يوضح ذلك دعونا نعتبر أن الشمس احتفت فجأة وبدون سابق إنذار، فما الذي سيحدث؟

أسلاك المصعد انقطعت وهوى بك المصعد إلى الأرض؟ حينها ستري نفسك والكرتين عالقتين في الهواء. كأن الجاذبية قد احتضت لأنكم جميعاً في إطار قصوري متسارع جداً، وهذا بالضبط ما يسمى بوصف السقوط الحر، وهو تماماً ما يحدث لرواد الفضاء في محطة الفضاء الدولية.



نفس أسسنا لن الفضاء  
هندسة رباعية ابعاد (الزمكان)  
وهذه القطعة أشبه ما تكون  
بقطعة من القماش التي يمكن  
أن تنحني ، وضعنا عليها كتلة  
كبيرة، وتتسبب هذه الكتل  
والنجوم في انحناء الفضاء  
الزمكاني

هناك يمكنه أن يسبق سرعة الضوء طبقاً لتسبيته الخاصة، فكيف ستقصر النسبية العامة الحدث؟ لا يعني اختفاء الشمس تحرر الكواكب مباشرةً طبقاً للنظرية النسبية العامة، وإنما يعني نشوء موجة في فضاء الزمكان تعفي الانحناء السابق الذي نشأ عن كتلة الشمس، وتستمر الكواكب في الدوران حول موقع الشمس السابق حتى انتشار تلك الموجة الجديدة وتديلها لانحناء فضاء الزمكان.

ونسمي هذه الموجات التي تنشأ في فضاء الزمكان بسبب حركة أو اختفاء الكتل الكبيرة الموجودة فيه بالموجات الثقالية.

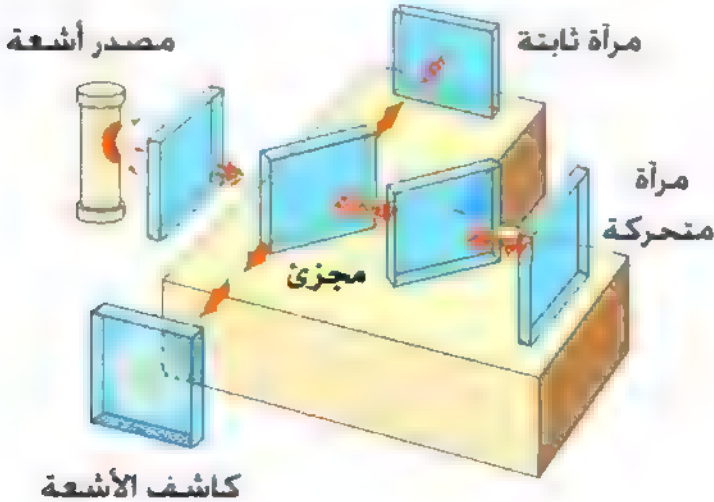
ويوضح الشكل (2) كيف تبدو هذه الموجات في فضاء الزمكان، ويمكن تخيل هذه الموجات كالموجات التي تتحرك في بركة من الماء حين يسقط فيها جسم ما. دعونا الآن نعود لعمل ليغو والإنجاز الذي حول الموجات الثقالية من نظرية حسابية إلى حقيقة مرصودة، فكيف

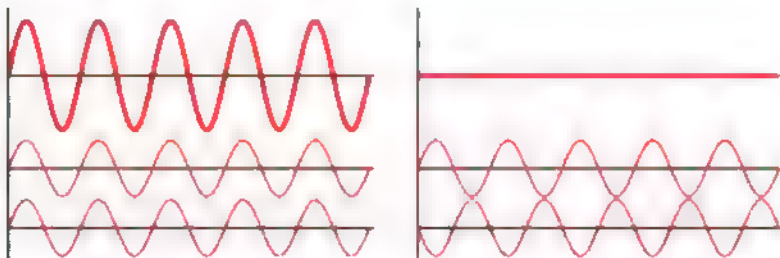


شكل (2) الموجات الثقالية الناشئة عن حركة الكتل وهي تنتشر في فضاء الزمكان

طبقاً لفيزياء نيوتن، ستطلق الأرض وبقية الكواكب بعيداً وبشكل خطي مماسٍ لمدارها حول الشمس لاختفاء جاذبية النجم الذي كانوا يدورون حوله، وستطلق الأرض لتسبق الضوء بما أنه يستغرق تقريباً 8 دقائق ليصلنا من الشمس، لكن أينشتاين يعلم أن لا جسم

شكل (3) مقياس ميكلسون - مورلي لتداخل





الشفاع النافذ من قبل، ويصل كلاهما إلى شاشة أو كاشف. وسيماني الشفعا من فرق في الطور بسبب اختلاف طول المسار الذي يسلكه الضوء (يمكن التحكم به عن طريق تحريك المرآة المتحركة)، وهذا الفرق سينتج عنه سلسلة من أهداب التداخل البناء (مضيئة) والهدام (مظلمة).

إن هذه الأهداب حاصل جمع الموجتين القادمين من المسارين المختلفين، حيث يحدث التداخل البناء ويظهر شريطاً مضيئاً من الشفعا على شاشة الكشف حين تلتقي همت الموجات مع بعضها، بينما ستلقي الموجتان بعضهما لبعض على تداخل هدام حين تلتقي قمة إحدى الموجتين مع قاع الأخرى وسنرى شريطاً مظلاماً على الكاشف، وإن هذه الأهداب المضيئة والمظلمة ناتجة عن فرق الطور، وهو ما يمكن التحكم به عن طريق تغيير المسار الضوئي الذي تسلكه الموجتان.

لقد استخدم هذا المقياس في العديد من التطبيقات المهمة، ومنها قياس سرعة الضوء وإثبات النسبية الخاصة لأينشتاين، والأهم وهو محور حديثنا: ثبات وجود الموجات الثقالية. فكيف تم ذلك يا ترى؟ إذا عرفنا أن التداخل بين الأمواج سيتغير عندما يختلف طول المسار الضوئي الذي تسلكه إحدى الموجتين، ولنفترض الآن أن المرأتين ثابتتين في مقياس

اكتشفت هذه الموجات وكيف استطاع العلماء التحقق من طبيعتها؟ لفهم ذلك، يلزمنا أولاً التعرف إلى مرصد تداخل الليزر وطريقة عمله، فلنأخذ مقياس تداخل الليزر المسمى بمقياس ميكلسون-مورلي كمثال (الشكل 3)، إذ يتكوّن الجهاز من مصدر لأشعة الليزر التي تسقط على مرآة نصف شفافة، والتي تقسم الحزمة الضوئية بدورها إلى شمعين، أحدهما يتجه إلى مرآة ثابتة وينعكس عليها، بينما ينفذ الجزء الثاني ليصل إلى المرآة المتحركة وينعكس عليها أيضاً، ومن ثم يتبادل كلا الشمعين الأدوار بعد أن يعودا إلى المرآة المقسمة، بحيث ينفذ الشفعا المنعكس سابقاً وينعكس



قد تم بناء مرصد ليمو ليمو المسار الضوئي فيه على مسافة 4 كيلومتراً لتسهيل عملية الكشف عن الموجات الثقالية، ويوضح الشكل (4) رسماً توضيحياً لمكونات هذا المرصد وقد استخدم العلماء لزر أشباه موصلات في مدى الموجات تحت الحمراء كمصدر للإشعاع الضوئي

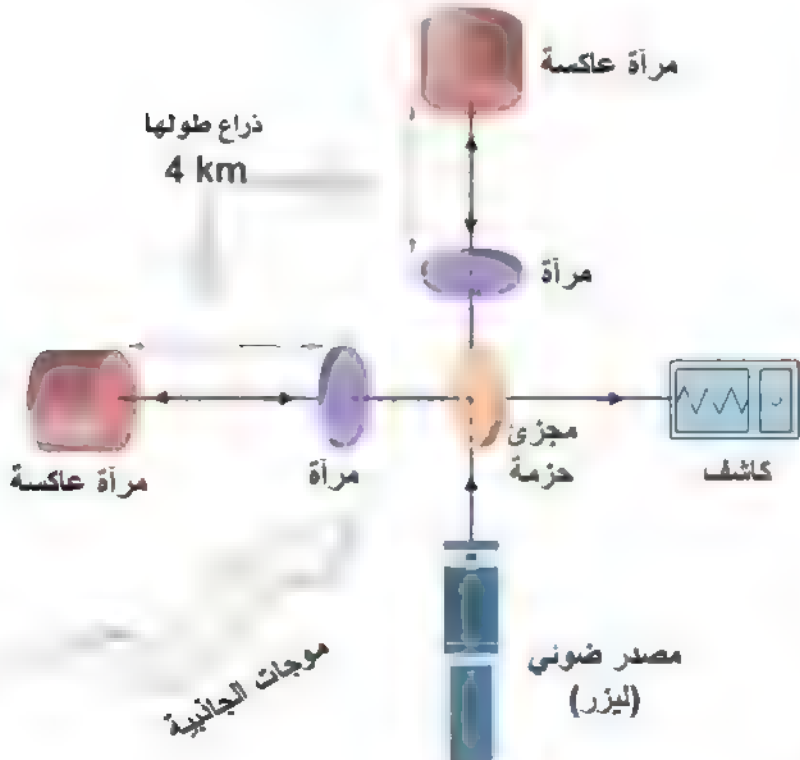


على مسافة 4 كيلومترات لتسهيل عملية الكشف، عن الموجات الثقالية. ويوضح الشكل (4) رسماً توضيحياً لمكونات هذا المرصد، فقد استخدم العلماء ليزر أشباه موصلات في مدى الموجات تحت الحمراء كمصدرٍ للإشعاع الضوئي، والسبب في استخدام الليزر واضح، وذلك لكي يتمكن من قطع هذه المسافة الكبيرة دون أن يعاني من امتصاص أو فقد كبير، ويكون في نهاية كل ذراع كانت هناك مرآة ثابتة وكاشف أيضاً، كما شرحنا آنفاً.

التداخل. فمادام سيحدث عند مرور موجة ثقالية بهذا المقياس وما الذي نتوقع حدوثه؟ إن الموجة الثقالية كما رأينا ما هي إلا تشوّع في فضاء الزمكان، ما يعني أن أحد المسارين أو كلاهما سيمناني تغيراً في طوله بسبب هذا الانحناء أو التشوّع، وبالتالي سنتمكن من ملاحظة ذلك عن طريق ملاحظة التغير في هدب التداخل الموجودة على الكاشف، ويمكننا الجرم بعد ذلك بوجود الموجات الثقالية أو عدمها.

لقد تم بناء مرصد ليقو ليتمد المساران الضوئيان فيه

شكل (4) : رسم توضيحي لمكونات مرصد ليقو





شكل (5) صورة جوية لمركز ليقو في ولاية لويزيانا بالولايات المتحدة الأمريكية

لقد سجلت البشرية بهذا الاكتشاف انتصاراً جديداً في حل أحد أشد ألغاز هذا الكون غموضاً ألا وهو سر الجاذبية، واستطاع العلماء إثبات هذه الظاهرة التي كانت أشبه بالخرافة لتصبح حقيقة لا تقبل الجدل، ولكننا لا زلنا في بدايات الطريق كما يبدو، فما أن نصل إلى اكتشاف معين، ونسجل انتصاراً ملموساً حتى تظهر لنا المزيد من الصعوبات والتحديات، ويكافح العلماء الآن للتحقق من نظرية أخرى مرتبطة بالموجات الثقالية وهي الجرافيتون، وهو الجسيم الأولي عديم الكتلة والمكون الأساس للموجات الثقالية، إنه أشبه بالفوتون المكون للصوت، فهل ستتحق البشرية في ذلك قريباً ما نرى؟

يزيد طول الذراعين من احتمالية تعرضهما للنشوء الذي تحدثه الموجات الثقالية، وبالتالي يمكن الكشف عن وجودها من خلال ملاحظة التغير في هذب التداخل التي تظهر على الكاشف ويجدر الإشارة أخيراً بأن المؤسسة الوطنية للملوم أقامت معملين متناظرين أحدهما في واشنطن والآخر في لويزيانا، وذلك لمقارنة النتائج التي تحصل عليها المعملان والخروج بنتائج أكثر دقة، ولقد سجل الموقعان ذات النتيجة في اكتشافهما النوري الأخير، وهذا ما جعل العلماء يطلنون بكل ثقة عن الكشف عن الموجات الثقالية في حدث كان الأبهج خلال العامين الماضيين

إن كلَّ جيلٍ من أجيالِ البشر يفتابه شعورٌ

رمانه، وأنه لم يعدْ هناك كثيرٌ مما يمكن

رجلاً من أهلِ مصر عاش قبلَ مئتي عامٍ  
وسافرَتْ به الطائفةُ من مصرٍ إلى مكة  
المكرمة، لنحط بعدَ بضعِ ساعاتٍ ويصبحَ

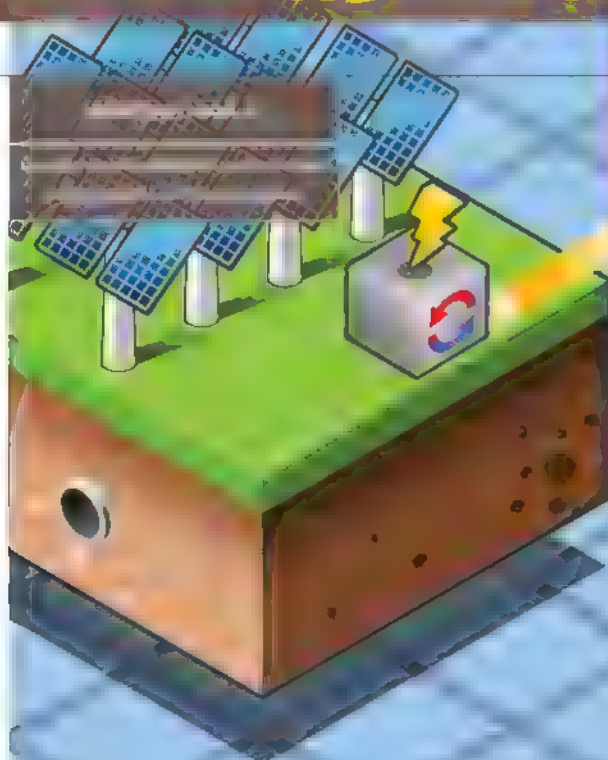
يصدق ما يراه ببطيعة الحال، بل سيظنُّ أنك  
ساحرٌ غالباً

حققتنا أقصى ما يمكن تحقيقه على  
الصعيد التقني، وكثير ما يشكك فيما  
يتوقعه العلماء للمستقبل، وما يُمكن أن

هي ألامام الديال العلمي والروايات

# قياس التقدم التقني للحضارة البشرية

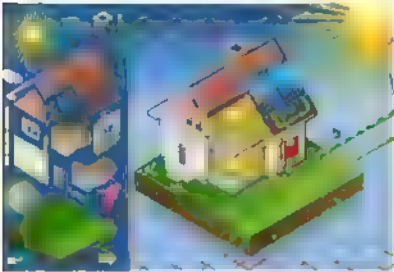
143



كامل مجرتها والتي تساوي  $10^{36}$  واطاً.

أضاف بعض العلماء عدة مستويات بعدها كالمستوى 0. والمستوى 4 الذي يستطيع فيه الحضارة من الاستحواذ على كل طاقة الكون المتطور والتي تساوي  $10^{46}$  واطاً، وأخيراً المستوى 5 الذي تستطيع فيه الحضارة على طاقة الأكوام المتعددة في كل الأزمنة الممكنة، ولقد أخذت هذه الإضافات مدى المعرفة التي تمتلكها الحضارة في الحسيان بجانب القدرة على السيطرة على الطاقة.

كما نعرف جميعاً، تنتج حصادتنا البشرية اليوم الطاقة من خلال حرق الوقود الأحفوري والغاز غالباً، ونفسية أقل من الخلايا الشمسية والمفاعلات النووية



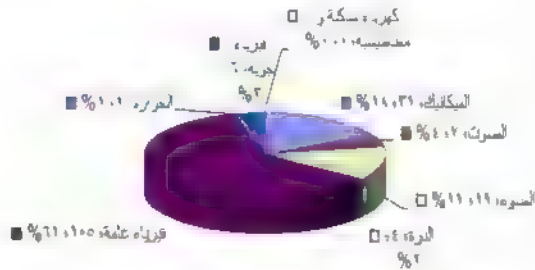
قد تتبادر إلى الأذهان عدة أسئلة هنا وسنحاول الإجابة عنها، فهل هناك حدود للتقدم التقني؟ وإن كانت هناك حدود فآين نحن منها كحضارة بشرية؟ إن الأسئلة السابقة تحتم علينا إيجاد معيار تقني عالمي، فهل هناك طريقة لقياس التقدم التقني لجميع الحضارات؟

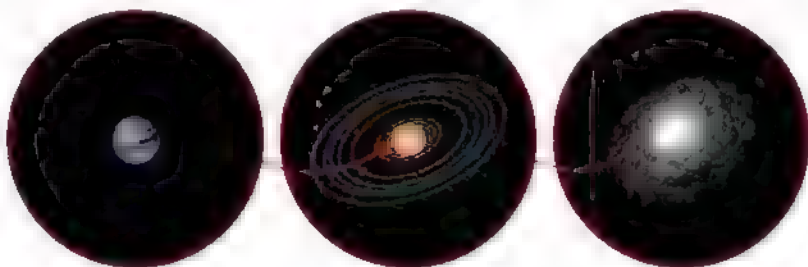
### مقياس كارداشيف

قبل نصف قرن تقريباً، اقترح عالم الفلك السوفييتي نيكولاي كارداشيف منهجية لقياس التقدم التقني لأي حضارة بغض النظر عن مضمون أو هيئة هذه التقية وحصر مؤشر التقدم التقني بمقدار الطاقة التي يمكن لأي حضارة حصادها، والسيطرة عليها.

ونقسم مقياس كارداشيف الحضارات إلى ثلاثة مستويات، وبناءً عليها كان المستوى 1 للحضارة التي تتحكم من السيطرة على جميع الطاقة الساقطة على جميع مساحة كوكبها الأم من الشمس، والتي تساوي  $10^{16}$  واطاً، والمستوى 2 هو للحضارة التي تسيطر على كل الطاقة التي يولدها نجمها والمقدرة بـ  $10^{26}$  واطاً، والمستوى 3 للحضارة التي تسيطر على جميع الطاقة في

■	الميكروك
■	لصوت
□	لصوت
□	لصوت
■	قرب
■	حرارة
■	قرب
■	قرب
■	قرب





Type I :  $10^{18}$  W

Type II :  $10^{26}$  W

Type III :  $10^{38}$  W

الطاقة النووية الاندماجية، أو إيجاد طرائق لإنتاج المادة المصادرة تجارياً واستعمالها في توليد الطاقة ويرجع أن يستغرق وصولنا إلى مرحلة حصد طاقة الشمس كاملة آلاف السنين لنصبح حضارة من المستوى 2. ووقتاً أكثر من ذلك بكثير من مئات آلاف السنين أو حتى ملايين السنين لنصل للمستوى 3. حينها سسيطر على كامل طاقة مجرة درب النباه التي تحتوي على مئات مليارات المجوم. ولكم أن تتخيلوا موقع حصادتنا الحالي على هذا المقياس ومقدار بدايتها.

### مقياس بارو

بدلاً من القدرة على حصاد الطاقة قدم عالم الميرياء والكويبات البريطاني جون بارو بصوراً آخر لقياس تقدم الحضارة التقني، إذ وضع مقياسه بناءً على صغر حجم الأشياء التي يمكن للحضارة التحكم بها، وقسم مقياس بارو الحصادات إلى عدة مستويات، أولها هو المستوى 1 الذي يتحكم في أشياء مادية كتشبيذ المناسي. وربط وحصل الأشياء لتصلة. يبدأ بتحكم المستوى 2 بالموثقات عبر قراءة وهندسة الشجرة الوراثية. ومرجع يستدل الأعضاء الحية بسهولة. أما المستوى 3 فيتحكم بالحريثات وروابطها ويصنع مواد جديدة،

الاشطارية. ولكنها مع ذلك لا تستحوذ إلا على فئات لا يذكر من طاقة كوكب الأرض الذي تصله طاقة شمسية تعادل 174,000 تيراواط تقريباً، ولا يستحوذ البشر منها إلا على قرابة 17 تيراواط فقط لهذا السبب، تُعد حضارتنا أقل مرتبة من أن نصنف ضمن المستوى 1. ويرى العلماء أنها ما زالت في المستوى 0. ويتنبؤون بأنها بحاجة إلى عدة قرون على أحسن تقدير لصاعف الطاقة التي سيطر عليها مئة ألف مرة وتصبح ضمن المستوى 1. وقد يكون ذلك من خلال رفع كفاءة إنتاج الطاقة الشمسية. وتطوير تقنية معاللات



من يفسد من قريباً اقترح عالم

الفن السويديس بكارني

كراه استيف فففسف لففسف الففسف

الففسف لا لا ففسف ففسف ففسف

ففسف ففسف ففسف ففسف ففسف ففسف

ففسف الففسف الففسف ففسف ففسف

الففسف ففسف ففسف ففسف ففسف

والفسف ففسف ففسف ففسف ففسف

اتباع مطلق الحضارة وانتشارها واستمرارها لما حولها من أماكن، ولقد قسم هذا المقياس الحضارات إلى 3 مستويات يكون فيها المستوى 1 محصوراً في انتشار الحضارة على كوكبها الأصلي واستمرارها، بينما يشمل المستوى 2 الانتشار على امتداد كامل المجموعة النجمية واستمرارها، والمستوى 3 يعني انتشار الحضارة إلى كامل المجرة واستمرارها. وبحسب هذا المقياس، لا شك في أن الحضارة البشرية آتت المستوى الأول، فقد بدأت بفزو الفضاء في القرن الماضي، وأوصلت إنساناً إلى سطح القمر وعدة مركبات إلى أطراف المجموعة الشمسية، وتخطت في المستقبل التطور لاستعمار كوكب المريخ، وهي في مرحلة تطوير المعدات اللازمة لتفويض غمار المستوى التالي.

على وجه العموم، إن جميع المقاييس التي استمرضاها هنا تحاول قياس مدى التقدم التقني لحضارتنا البشرية، وهذا لا يعني بالضرورة مقارنتها بحضارات أخرى، فتحن لا نعرف شيئاً عن أي حضارة غير حضارتنا حتى الآن، بل لا نعرف إن كانت موجودة أصلاً، لذلك فالمقارنة افتراضية بحتة، وتحصّر فائدة هذه المقاييس حالياً في كونها تمنحنا فرصة لمقارنة ما حققته حضارتنا البشرية حتى الآن بما نعرف أن الممكن تحقيقه نظرياً، وهو أمر مهم للغاية.

ووفقاً لمقياس بارو، اختارت الحضارة البشرية المستوى 3 بإيمانها للعلوم الكيمياء والفيزياء والأحياء، كما أخذت أولى خطواتها على أعقاب المسحوي 4 لتطوير تطبيقات تقنية النانو، وعلوم المواد، وأشياء الموصلات



والمستوى 4 يتحكم بالذرات المفردة بتطبيقات تقنية النانو على المستوى الذري وينتج أشكال حياة اصطناعية معقدة، وبعدها يتحكم المستوى 5 بأموية الذرات ويهندسها، ويتضمن المستوى 6 التحكم بالجسيمات الأولية كالكواريكات والليبتونات، وأخيراً يشمل المستوى 7 (أو مستوى أوميغا) التحكم بالمكونات الأساسية للزمان والمكان.

ووفقاً لهذا المقياس، اجتازت الحضارة البشرية المستوى 3 بإتقانها لعلوم الكيمياء، والفيزياء، والأحياء، كما أخذت أولى خطواتها على أعقاب المستوى 4 بتطوير تطبيقات تقنية النانو، وعلوم المواد، وأشياء الموصلات، كما يرى عدة بشائر للمستوى 5 في تطبيقات الفيزياء النووية والاكتشافات التي يحققها مصادم الهدرونات الكبير المتعلقة بالجسيمات الأولية.

### مقياس زوبرين

هو مقياس آخر للتقدم الحضاري قدمه مهندس الفضاء الأمريكي روبرت زوبرين، ويعتمد على مدى

فاعلية استهلاك الطاقة تعتمد بشكلٍ أو بآخر على نوع الأجهزة، والمعدات، مصادر الطاقة، واحتياجات الحضارة للطاقة وأوجه استهلاكها. كما تتأثر وتؤثر في جميع مناحي الحياة فيها

بينما يقدم مقياس بارو في الفاعلية الأخرى تمييزاً أكثر دقة وتفصيلاً. وهو أفضل إذا ما استخدم لقياس تقدم حضارتنا البشرية بشكلٍ مطلق وليس لممارستها بحضاراتٍ أخرى. فكلما رابت قدرتنا على التحكم بأشياء أصغر تمكنا من تحقيق أشياء أفضل، وهو ما يؤثر بالطبع في إنتاجنا واستهلاكنا للطاقة بالإضافة

إلى تصنيع معداتٍ أفضل بتكلفةٍ أقل وجهدٍ أقل. ولكن تطوير مثل هذه التقنية والتقدم بها أيضاً يعتمد على قدرتنا على توفير الطاقة لاستمرار الأبحاث والتصنيع، ولكن المقياس يفترض أن الحضارات الأخرى تشبه حضارتنا البشرية، وهو افتراضٌ غير دقيق بالضرورة. وفي نهاية المقال ندعو القارئ ليتأمل في هذا السؤال: كم قرناً تحتاج إليه البشرية قبل أن تصل إلى على مستوى في المقاييس المذكورة؟

يُرجح أن يستغرق وصولنا إلى مرحلة

نفس صمد لنفس كدلة التي  
نفس نفس حضارة من نفس  
ووقتاً أكثر من ذلك بكثير من مئات  
السنين أو حتى ملايين السنين لنصل  
للمسوى 3

إضافة إلى تميز مقياس كارداشيف بأسبقته وأصالته. نرى أنه اختار مميّزاً لا يتأثر بنوع أو شكل التقنية المتاحة لأي حضارة، فهو يقيس مدى قدرتها على إنتاج الطاقة واستهلاكها فقط، ولعله كان من الأفضل أن يشمل في مقياسه مدى فاعلية استهلاك الطاقة وتخزينها، فقد تنتج حضارة ما طاقةً أعلى من حضارةٍ أخرى ولكن فاعلية استهلاكها متدنية. فأي الحضارتين أكثر تقدماً في هذه الحالة؟ كما أن





**د. دحام إسماعيل العاني**

مستشار رئيس مدينة ابيات عبدالعزير  
يعقوب و انيسة

**القلب وأمراضه (٢)**  
**د. شبلي شميل \***

۱۔ اے رسول! جس نے ایمان لایا اور اللہ کی راہ میں مال خرچ کیا تو اللہ کی طرف سے بڑی اجر ہے اور اللہ بڑی بخشنے والا ہے۔  
 ۲۔ اے رسول! جس نے ایمان لایا اور اللہ کی راہ میں مال خرچ کیا تو اللہ کی طرف سے بڑی اجر ہے اور اللہ بڑی بخشنے والا ہے۔  
 ۳۔ اے رسول! جس نے ایمان لایا اور اللہ کی راہ میں مال خرچ کیا تو اللہ کی طرف سے بڑی اجر ہے اور اللہ بڑی بخشنے والا ہے۔  
 ۴۔ اے رسول! جس نے ایمان لایا اور اللہ کی راہ میں مال خرچ کیا تو اللہ کی طرف سے بڑی اجر ہے اور اللہ بڑی بخشنے والا ہے۔  
 ۵۔ اے رسول! جس نے ایمان لایا اور اللہ کی راہ میں مال خرچ کیا تو اللہ کی طرف سے بڑی اجر ہے اور اللہ بڑی بخشنے والا ہے۔

[illegible]

\* 2000 1000 1000 1000 1000

THE UNIVERSITY OF CHICAGO  
PRESS

«تُعنى هذه الراوية بآداب  
المصداقة العلمية من خلال  
عرض بعض القضايا العلمية  
التي طرحتها المصداقة العربية  
وهي من مرحلة الانشغال  
وتنير الرواية اهتماماً صحيفياً  
مبتكراً بالعلوم وموعظة  
الطور العلمي من مدينتها  
المحاطة»

[illegible]

✽ **عُني شميل** (١٢٧٦ هـ - ١٣٥٥ هـ / ١٨٤٠ - ١٩١٧ م) صينيّ لاهوتي من طلاب النهضة العربية. تخرج في الكلية البروتستانتية / الجامعة الأميركية في بيروت، ثم توجه إلى باريس لدراسة الطب. ثم استقر في مصر فأقام في الإسكندرية ومطينا، ثم القاهرة. أصدر مجلة (الشعاع) سنة ١٩٨٦ م. وكان أول من أُنجل نظريات داروين إلى العالم العربي من خلال كتاباته في المستقبل، ثم مؤلفه (قلمه الشمو والارتقاء). كما أصدر هو وسامية موسى صحيفة أسبوعية اسمها المستقبل سنة ١٩٩١ لكنها أغلقت بعد ١٦ عدداً.

## ألعب بتوازن بين الطب والشعر والإعلام

ولدت في حي العباسية بمدينة أم درمان، وشباب في قرية المريحاب بولاية الخرقة في السودان، وبدأت مراحلتي الدراسية في المريحاب ثم طابت، ثم حبوب للتأنيبه ومنها إلى جامعة الخرطوم كلية الطب.

شباب في بيته ديبه، وفي منطمة الجريه انحصر ع، وكان بهذا أثر كبير في تعلمي بالجمال، الذي يعد الشعر وسيلة لتعبر عنه وكان للوالد-رحمه الله- دور كبير في دفعي إلى كتابه الشعر إذ كان يقوم بتحفيز المران الكريم لطلاب في مسجد جدي لشبح المعروف في المريحاب، وقد حفظ المران الكريم ماأصبحت أمسك باسمه، لبيان، ومن ثم، ثم أجد أي صعوبه تذكر في كتابه الشعر كتب إلى جانب الشعر أعشق الرياضة، وكتب أم، رس كره انعمه، والكره الطائر، ومع أني يمكن أن أدعي أني كتب لأعنا مفسر في كره القدم، إلا أني كتب بحماً في الطائر، ومثلت جامعة الخرطوم ولا تحمي على أحد ارتباطي بمريق المريح، الذي كتب فيه كثيراً من انعمان

طبعاً الشعر رافعي من الصا لأني وجدت نفسي وسط أسرته تنفس شعراً، وأستطيع أن أقول إن أمي أرضعني الشعر إرناً وعزساً، فهي حمده اندوجه الطيبه، عفت مدشره الشعر الكسر محمد سعيد العباسي، والدوجة الطيبه أنحب شعراء كثر، مثل العباسي والناصر قرب الله والشاعر الكبير سيف الدس لدسوقي (ابن خالي)، والشاعر محيي الدين الفاتح.

وقد سبق لشعر انطب بسوانه، وكتب مخطوطاً لأني، لتحب بمدرسة طابت الوسطي، وما أدراك ما طابت التي تنفس الشعر وتكني به، ومن طابت إلى حبوب التحمله التي منها وجدت الأستاذ الشاعر الكسر الهادي آدم صاحب القصيدة المشهوره "أعد أ أفاك" التي تعبت بها السدة أم كلثوم، كما وجدت في كسه

الإبداع في طبي ليس  
مهنة، إنما هو حصه  
أنا طبيب، وأحفظ تواربي  
بن مهسي، بوصفي  
طيباً، وحمضتي، وهي  
أني شاعر  
وأستطيع أن أقول إني  
ألعب بتوازن بين الطب  
والشعر والإعلام والمريح

تأليفه للآتي

الطب بجامعة الخرطوم الدكتور محمد عبد الحليم، وحسبو سليمان، وغيرهما من الشعراء والأدباء الكبار.

ونحن امتداد للأجيال التي سبقتنا، فقد وجدنا جيل الحركة الوطنية، الذي كان له إنتاج أدبي وفكري عظيم، وكنا نشترك معهم في الأمسيات الأدبية والمناسبات الشعرية نفسها.

وكان للمصاحفة دور كبير في انتشار شعري، وأذكر أن الصحفي الكبير الأستاذ كمال حسن بحيث نشر أولى قصائدي في عام 1974م، وقد كنت وقتها طالباً في جامعة الخرطوم.

وقد ميزني الشعر بين زملائي عندما كنت طالباً، كما أنه ساعدني في المجال المهني، إلى جانب أنه كان مفتاحي للعمل الإعلامي، فقد أوصلني إلى الأجهزة الإعلامية، وإلى جمهور عريض أعتز كثيراً بمحبته لأعمالي.

وساعدني الفن في كسب محبة جمهور كبير، من خلال القصائد التي تغنى بها الفنانون: محمد الأمين، ومحمد ميرغني، وعاصم البنا.

وفي المجال الإعلامي، قدمني إلى التلفزيون الأستاذ محمد حجازي، وكان ذلك في عام 1975م، بينما تولت المذيعات الراحلات ليلى المغربي تقديمي إلى المشاهد. وأشهر البرامج التي قدمتها "صحة وعافية" في التلفزيون القومي، ثم في قناة النيل الأزرق الفضائية.

وفي الصحافة الورقية، كنت رئيساً لمجلس إدارة صحيفة نادي المريخ، وسكرتيراً لتحريرها، ومديراً عاماً لها، وعملت في إحدى الصحف السياسية فترة طويلة، واكتسبت خبرة جيدة في صحيفة المريخ.

والإبداع في ظني ليس مهنة، إنما هو حقيقة، أنا طبيب، وأحفظ توازني بين مهنتي، بوصفي طبيباً، وحقيقتي، وهي أنني شاعر.

وأستطيع أن أقول إنني ألعب بتوازن بين الطب والشعر والإعلام والمريخ، فالشعر موهبة، والطب دراسة، والإعلام هواية، والمريخ العشق الأكبر، ولذلك ألعب بتوازن بين هذا الرباعي ولا أنحاز إلى أي طرف على حساب بقية الأطراف.



المجلة  
العين

**@alfaislscimag**

# بنكي الشخصي أينما كنت وعلى مدار الساعة

بنك الرياض يقدم خدمة العملاء في البنك الإلكتروني 24 ساعة على مدار الساعة، حيث يمكنك التواصل مع خدمة العملاء من خلال الهاتف أو البريد الإلكتروني أو من خلال تطبيق بنك الرياض على هاتفك الذكي. يمكنك التواصل مع خدمة العملاء من خلال الهاتف أو البريد الإلكتروني أو من خلال تطبيق بنك الرياض على هاتفك الذكي.

بنك الرياض يقدم خدمة العملاء من خلال الهاتف أو البريد الإلكتروني أو من خلال تطبيق بنك الرياض على هاتفك الذكي. يمكنك التواصل مع خدمة العملاء من خلال الهاتف أو البريد الإلكتروني أو من خلال تطبيق بنك الرياض على هاتفك الذكي.

بنك الرياض يقدم خدمة العملاء من خلال الهاتف أو البريد الإلكتروني أو من خلال تطبيق بنك الرياض على هاتفك الذكي.

بنك الرياض  
riyad bank



بنكي - بنك الرياض  
riyadbank.com | 800 524 2000



# التمويل المدعوم مع حلول تمويلية متنوعة

تمويل ملاك  
العقار "أراضي"



تمويل عقار  
مكتمل البناء



تمويل ملاك العقار  
"عقار مكتمل البناء"



تمويل ملاك العقار  
"عقار غير مكتمل البناء"



بنك الرياض  
riyad bank

800 124 2020

riyadbank.com



بنكي